

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS



Ciências
ULisboa

Contributos para a Compreensão do Sucesso da Cosmologia do Big Bang

- uma análise thematica à luz de Gerald Holton

Doutoramento em História e Filosofia das Ciências

João Lopes Barbosa

Tese orientada por:

Professora Doutora Olga Pombo Martins

Documento especialmente elaborado para a obtenção do grau de doutor

2015

Resumo

Esta dissertação é constituída por duas partes: a primeira, de natureza teórica, incide sobre uma clarificação dos fundamentos conceptuais da análise *thematica*, ferramenta de análise proposta pelo historiador da ciência Gerald Holton; a segunda, de natureza empírica, refere-se a um estudo de caso que consiste na aplicação da análise *thematica* à cosmologia contemporânea, incidindo particularmente na questão do sucesso da cosmologia do big bang dentro e fora das suas fronteiras disciplinares.

Começa-se por um estudo do corpus textual de Holton, tentando compreender e delimitar o conceito de *thema*, procurando os *themata* identificados por Holton nos estudos de caso que desenvolveu no âmbito das ciências físicas e dissecando de forma crítica as teses deste autor acerca das características e dos modos de funcionamento dos *themata* na produção e na difusão do saber. Desta análise resulta uma taxonomia dos *themata*, para a qual são aqui propostas duas listas classificativas.

Complementando esse estudo do corpus textual de Holton, segue-se um estudo comparativo que envolve outros conceitos propostos por diversos autores do século XX e que, de alguma forma, podem ser relacionados com os *themata* e com a análise *thematica*, nomeadamente os conceitos de paradigma, de Thomas Kuhn, de arquétipo, de Carl Jung, de obstáculo epistemológico, de Gaston Bachelard, de episteme, de Michel Foucault, e de *Pathosformel*, de Aby Warburg.

Deste trabalho prévio de clarificação do conceito de *thema* resulta uma síntese necessariamente provisória que acaba por ser enriquecida pelo estudo de caso aqui proposto e no qual se procura identificar, descrever e compreender os principais *themata* da cosmologia do big bang com o objetivo de contribuir para a compreensão do seu sucesso.

O estudo desenvolve-se pela análise *thematica* de textos que foram fundamentais na construção da cosmologia do big bang, nomeadamente artigos e livros de Alexandre Friedmann, Georges Lemaître e George Gamow, textos que cobrem três décadas de importantes desenvolvimentos desta cosmologia (1922-1952) e que contêm as suas linhas conceptuais essenciais.

A análise *thematica* destes textos da cosmologia do big bang é complementada pela análise *thematica* dos dois textos fundadores da sua cosmologia rival, a cosmologia do steady-state, nomeadamente um artigo de H. Bondi e T. Gold e um artigo de Fred Hoyle, ambos publicados em 1948.

A análise dos textos de todos estes autores procura identificar e compreender os principais *themata* envolvidos nas duas cosmologias. Permite também proceder a uma comparação *thematica* das mesmas, a que se segue uma análise, de um ponto de vista *thematico*, da intensa disputa que as opôs.

O estudo de caso concorre para a busca de possíveis fundamentos *thematicos* do atual sucesso da cosmologia do big bang, tendo por base uma tripla natureza dos *themata* – psicológica, transversal e histórica. Aqui se averigua, relativamente aos *themata* mais relevantes e característicos da cosmologia do big bang, os enraizamentos históricos, as transversalidades disciplinares e epocais, assim como as seduções psicológicas, que podem contribuir favoravelmente para o sucesso desta cosmologia.

A conclusão desta dissertação retoma o essencial da clarificação do conceito de *thema*, desenvolvida e apresentada ao longo da primeira parte, mas acrescenta alguns importantes contributos que o estudo de caso oferece à própria análise *thematica*: não apenas se confirmam algumas teses de Holton, como também se revelam alguns novos e interessantes aspetos relativamente aos *themata* e à análise *thematica*. Além disso, o estudo de caso mostra que há características *thematicas* na cosmologia do big bang que podem ajudar a compreender o seu grande sucesso, por inscreverem fortemente a cosmologia do big bang em tradições de pensamento bem-sucedidas, assim como no contexto histórico contemporâneo e naquilo que, em termos holtonianos, poderemos entender como estilo de pensamento da nossa época. A análise desenvolvida no estudo de caso revela ainda o contributo desses importantes *themata* para a atração psicológica e até para um certo fascínio que a hipótese do big bang exerceu e continua atualmente a exercer, quer dentro, quer fora da cosmologia.

Palavras-chave:

Thema; Análise *thematica*; cosmologia do big bang; sucesso.

Summary

This thesis consists of two parts: the first part, theoretical, concerns the clarification of the conceptual foundations of *thematic* analysis, an analytical tool proposed by the historian of science Gerald Holton; the second part, empirical, is a case study consisting in the application of *thematic* analysis to the contemporary cosmology, particularly focusing on the question of the success of the big bang cosmology in and out of their disciplinary boundaries.

The research begins with a study of the textual corpus of Holton, trying to understand and define the concept of *thema*, looking for *themata* identified by Holton in numerous case studies developed within the physical sciences and critically dissecting the theses of this author about features and operating modes of *themata* in the production and dissemination of knowledge. This analysis results in a taxonomy of *themata* for which are proposed two classification lists.

The study of the textual corpus of Holton is followed by a comparative study involving other concepts proposed by several authors of the twentieth century and that can be somehow related to the *themata* and the *thematic* analysis, namely the concepts of paradigm (Thomas Kuhn), archetype (Carl Jung), epistemological obstacle (Gaston Bachelard), episteme (Michel Foucault) and *Pathosformel* (Aby Warburg).

This previous work of clarification of concept of *thema* results in a necessarily provisional synthesis, enriched by the case study proposed here, which seeks to identify, describe and understand the main *themata* of the big bang cosmology in order to contribute to the understanding of its success.

The study is developed by *thematic* analysis of texts that were fundamental in building of the big bang cosmology, namely articles and books of Alexander Friedmann, Georges Lemaître and George Gamow, covering three decades of important developments of this cosmology (1922-1952) and containing the essential conceptual lines of this.

The *thematic* analysis of the big bang cosmology texts is complemented by *thematic* analysis of the two founding texts of his rival cosmology, the steady-state cosmology, namely a H. Bondi and T. Gold article and a Fred Hoyle article, both published in 1948.

The analysis of the texts of all these authors seeks to identify and understand the main *themata* involved in two cosmologies. It also allows a *thematic* comparison of these cosmologies and an analysis, under a *thematic* point of view, of the intense dispute which opposed each other.

The entire case study contributes to the search for possible *thematic* foundations of the current success of big bang cosmology based on a threefold nature of *themata* - psychological, transversal and historical. For the most important and characteristic *themata* of the big bang cosmology, there are historical rootedness, disciplinary and epochal transversalities, and some psychological seductions that seem to contribute positively to the success of this cosmology.

The conclusion of this thesis includes the essential of the clarification of *thema* developed and presented during the first part, but adds some important contributions offered by the case study to the *thematic* analysis: in fact, this case study, not only confirm some theses of Holton, but also reveals some new and interesting aspects regarding the *themata* and the *thematic* analysis. The case study also shows that there are some *thematic* features of the big bang cosmology that can help to understand its great success. Indeed, the analysis developed in the case study reveals a set of *themata* that strongly inscribes the big bang cosmology in successful traditions of thought, as well in the contemporary historical context and in what, in Holton terms, we can name the style of thought of our time. The analysis also reveals the contribution of these important *themata* for psychological attraction and even a certain fascination that the big bang hypothesis exercised and currently continues to exercise, either within or outside of cosmology.

Keywords:

Thema; *Thematic* analysis; big bang cosmology; success.

Índice

Introdução.....	9
1. sobre o primeiro objetivo desta investigação.....	9
2. <i>análise thematica</i> , uma ferramenta adequada.....	15
3. sobre o segundo objetivo da investigação.....	20
4. sobre o desenvolvimento da investigação.....	22
 Primeira Parte - <i>Thema</i> e análise <i>thematica</i> (estudo teórico)	
I.1. <i>Thema</i>: um conceito a clarificar.....	30
1. uma clarificação necessária.....	30
2. origem do themata: um problema (ainda) por resolver.....	42
3. natureza dual dos themata: subjetividade e objetividade.....	45
4. pluralidade dos themata.....	52
5. o que os themata não são.....	55
 I.2. Lista e classificação dos themata.....	64
I.3. <i>Themata</i> e <i>paradigmas</i>	89
1. os paradigmas.....	89
2. elementos de themata nos paradigmas (e vice-versa).....	92
3. themata e paradigmas: distintos, mas com relações.....	94
 I.4. <i>Themata</i> e <i>arquétipos</i>.....	103
1. em que é que os arquétipos se aproximam dos themata?.....	104
2. em que é os arquétipos se afastam dos themata?.....	108
 I.5. <i>Themata</i> e <i>obstáculos epistemológicos</i>.....	114
1. semelhanças, óbvias, diferenças profundas.....	114
2. os obstáculos epistemológicos e os themata.....	121
3. imaginação, intuição e metáfora.....	125
 I.6. <i>Themata</i> e <i>episteme</i>.....	128
1. dois olhares profundos.....	128
2. olhares divergentes, com relações ambivalentes.....	129

3. formação de conceitos e construção de teorias.....	135
4. episteme, arquivo e themata.....	137
I.7. <i>Themata</i> e <i>Pathosformeln</i>.....	143
1. uma visão transversal.....	143
2. uma visão longitudinal.....	145
3. a polaridade e a antítese.....	152
I.8. O que é um thema, afinal.....	157

**Segunda Parte - A cosmologia do big Bang e o seu sucesso à luz da análise thematica
(estudo de caso)**

II.1. Thematica do Big Bang - os textos fundadores de Alexandre Friedmann.....	172
1. as raízes relativistas.....	173
2. expansão, a grande novidade.....	176
3. finito ou infinito?.....	181
4. a origem do universo.....	183
5. a discreta presença de Deus.....	188
II.2. Thematica do Big Bang - os textos de Georges Lemaître.....	190
1. «Um universo de massa constante e de raio crescente dando conta da velocidade radial das nebulosoas extragaláticas».....	191
2. «A expansão do espaço».....	195
3. «O princípio do mundo do ponto de vista da física quântica».....	201
4. «A hipótese do átomo primitivo».....	205
II.3. Thematica do Big Bang - os textos de George Gamow.....	208
1. os artigos fundadores.....	209
2. o livro <i>A Criação do Universo</i>	217
II.4. Thematica do Steady-State - os textos fundadores de Bondi, Gold e Hoyle.....	228
1. o steady-state de Bondi e Gold.....	228
2. o steady-state de Hoyle.....	233

II.5. Big Bang e Steady-State – uma comparação thematica.....	237
II.6. Big Bang versus Steady-State – uma disputa thematica.....	258
1. um significado dual do conceito de <i>cosmologia</i> ?.....	258
2. uma disputa thematica milenar.....	260
3. <i>criação</i> , o grande thema fraturante.....	263
4. uma disputa thematica alargada.....	280
5. themata versus observações e experiências.....	285
II.7. Big Bang, uma ideia com sucesso dentro e fora da cosmologia.....	293
1. linhas de força longitudinais	
1.1. a <i>fórmula</i> evolutiva.....	304
1.2. big bang, mito e religião.....	312
1.3. imagens e transfigurações da circularidade: circunferência, esfera, universo finito ou infinito.....	325
2. linhas de força transversais	
2.1. <i>evolução</i> , o grande thema integrador.....	338
2.2. uma época de mudanças rápidas e desintegrações.....	342
3. linhas de força “pontuais” (subjetivas)	
- big bang, uma ideia (para muitos) fascinante.....	347
Conclusão.....	355
1. sobre a clarificação do conceito de thema.....	357
2. sobre o contributo deste estudo de caso para a análise thematica.....	370
3. sobre os fundamentos thematicos do sucesso da cosmologia do big bang.....	379
3.1. uma cosmologia enraizada em tradições de pensamento bem- sucedidas.....	385
3.2. uma cosmologia bem enquadrada na sua época.....	390
3.3. uma cosmologia cativante.....	402
Bibliografia.....	406

Introdução

1. sobre o primeiro objetivo desta investigação

Esta investigação nasceu com o objetivo de contribuir para a compreensão do notável sucesso que a cosmologia do big bang tem atualmente dentro e fora das suas fronteiras disciplinares.

Tal como o seu nome explicitamente sugere, a cosmologia do big bang assenta na hipótese do big bang, hipótese que atribui ao universo uma origem singular e explosiva, seguida de uma contínua expansão e evolução. Foi em 1949 que o termo *big bang* começou a designar esta hipótese cosmológica, ao ser proposto, não por um partidário da hipótese, mas, curiosamente, pelo seu mais acérrimo e famoso crítico, Fred Hoyle, quando se referiu à mesma como «hipótese segundo a qual toda a matéria do universo foi criada num big bang ocorrido em determinado momento de um passado remoto»¹. As raízes da hipótese remontam, porém, a 1917, quando Albert Einstein² e Willem de Sitter³ propuseram dois modelos de universo baseados na relatividade geral. Estes modelos não preconizavam qualquer início singular e explosivo do universo, nem sequer qualquer expansão do mesmo, mas inauguraram uma cosmologia relativista⁴ que se revelaria um campo de investigação muito fecundo e no qual, desde então, viriam a trabalhar inúmeros cientistas, como Alexandre Friedmann, Georges Lemaître, George Gamow e muitos outros. Com efeito, foi neste campo de investigação alicerçado na relatividade geral que sucessivos contributos teóricos e experimentais foram construindo, ao longo de décadas, a corrente cosmológica que podemos designar por *cosmologia do big bang*.

¹ Hoyle, F. (1949a), p. 568. O termo *big bang* acabou por se generalizar, sendo normalmente escrito com letras maiúsculas, *Big Bang*, uma forma bem expressiva da grandeza e da espetacularidade do suposto evento que refere. Mas, tendo em conta a forma como Hoyle inaugurou o termo, e à semelhança do que fazem outros autores, mesmo cosmólogos do big bang (Cf., por exemplo, Alpher e Herman, 1988), utilizarei geralmente a designação *big bang*, sem iniciais maiúsculas.

² Einstein, A. (1917).

³ De Sitter, W. (1917).

⁴ A designação *cosmologia relativista* é aplicada por alguns autores à cosmologia do big bang, precisamente por esta ter os seus fundamentos teóricos na relatividade geral. Cf., por exemplo, Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 16, e também Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 74.

Convém observar que a designação *teoria do big bang* é mais usual do que a designação *cosmologia do big bang*, mas a diversidade de modelos e propostas teóricas que, ao longo do tempo, foram construindo esta corrente cosmológica faz com que seja muito discutível falar-se *numa* teoria do big bang. Daí que, a meu ver, e à semelhança de alguns importantes autores desta corrente cosmológica⁵, seja preferível, particularmente nesta dissertação, a designação *cosmologia do big bang*, designação ampla e que abrange todos os contributos que de alguma forma assumem a hipótese do big bang.

De acordo com uma cronologia proposta por Jean-Pierre Luminet, reputado astrofísico e cosmólogo francês que é também especialista em história da cosmologia do séc. XX, sobretudo no que se refere à cosmologia do big bang, podemos distinguir cinco períodos na história desta cosmologia: um *período inicial*, de 1917 a 1927, correspondente ao aparecimento dos primeiros modelos cosmológicos quantitativos ainda dissociados de quaisquer observações astronómicas; um *período de desenvolvimento*, de 1927 a 1945, baseado na interpretação dos desvios espectrais das galáxias como fenómeno resultante da expansão do universo; um *período de consolidação*, de 1945 a 1965, com desenvolvimentos teóricos e experimentais que levaram à descoberta da radiação cósmica de fundo; um *período de aceitação*, de 1965 a meados dos anos 1980, em que a cosmologia do big bang se foi tornando mais consensual; e finalmente um *período de alargamento*, iniciado em meados dos anos de 1980 e no qual nos encontramos ainda, caracterizado pelo desenvolvimento de importantes contributos da física das partículas e das altas energias para a cosmologia do big bang⁶.

Na sequência de uma intensa disputa com a sua grande rival, a cosmologia do steady-state, disputa ocorrida principalmente durante o período que Luminet caracteriza como período de consolidação, e na sequência da progressiva aceitação que posteriormente viria a conseguir, a cosmologia do big bang tornou-se verdadeiramente hegemónica em cosmologia, reunindo o consenso da generalidade dos cosmólogos.

⁵ Embora menos usual do que a famosa designação *teoria do big bang*, a designação *cosmologia do big bang* é amplamente usada por diversos autores importantes. Cf., por exemplo, Alpher e Herman (1988), dois dos mais importantes cosmólogos do big bang e principais colaboradores de George Gamow na construção do chamado *modelo padrão do big bang*, no artigo «Reflections on early work on 'big bang' cosmology», *Physics Today* 41.

⁶ Cf. Luminet, Jean-Pierre (1997), pp. 18-19.

Mas a aceitação da cosmologia do big bang extravasou largamente as fronteiras disciplinares da cosmologia. Na verdade, tanto a ideia de um universo com origem singular e explosiva seguida de uma contínua expansão e evolução, como o uso do termo *big bang*, extravasaram, não apenas as fronteiras da cosmologia, como também as fronteiras das ciências da natureza, chegando às humanidades, às artes e às ciências sociais. E, além disso, conquistaram o grande público.

De facto, como mostra um estudo publicado em 2013 pelo historiador da cosmologia Helge Kragh, o big bang é um tópico presente em milhares de artigos científicos publicados ao longo das últimas cinco décadas, nomeadamente artigos de cosmologia e de outras ciências da natureza⁷. Para além disso, é um tópico que aparece em cerca de 500 artigos de humanidades, artes e ciências sociais publicados nas últimas quatro décadas (dos quais cerca de duzentos têm mesmo o termo *big bang* nos seus títulos), com uma tendência de aumento vertiginoso iniciada por volta de 1980⁸.

É certo que o termo *big bang* é, por vezes, usado de forma meramente metafórica, no sentido de mudança súbita e drástica, por oposição a uma mudança lenta e gradual⁹, e não no sentido cosmológico original. Como mostra Kragh, este uso meramente metafórico do termo *big bang* tanto ocorre nas ciências da natureza, como, por exemplo, na biologia¹⁰, como noutras áreas disciplinares, como, por exemplo, na economia¹¹. Mas o sentido cosmológico original de *big bang* cedo gerou interesse fora da cosmologia.

A teologia parece ter sido a primeira área não cosmológica, e simultaneamente não científica, a acolher a hipótese do big bang, através do Papa Pio XII e muito antes de a cosmologia do big bang se constituir como cosmologia dominante (e antes mesmo de o termo *big bang* se ter tornado comum para designar esta corrente cosmológica). Compreende-se bem porquê. Esta hipótese apareceu como feliz possibilidade de validar cientificamente a ideia teológica de criação *ex nihilo* do universo. É nesse sentido que,

⁷ Cf. Kragh, Helge (2013), p. 32.

⁸ Cf. Ibid., p. 34.

⁹ Cf. Ibid., pp- 34-35.

¹⁰ Cf. Ibid., p. 34.

¹¹ Cf. Ibid., p. 35.

como assinalam Hans Halvorson e Helge Kragh, podemos mesmo falar de uma “teologia do big bang”¹².

De forma muito mais crítica, também a filosofia se tem debruçado sobre a cosmologia do big bang. Numerosos trabalhos foram publicados nas últimas décadas sobre a origem e a evolução do universo no quadro desta cosmologia, sobre as relações entre esta cosmologia e o teísmo ou ainda sobre o princípio antrópico, intimamente associado a esta cosmologia. Filósofos como Ernan McMullin, W. Craig, P. Copan, W. Drees, P. Quinn, Adolf Grünbaum, Quentin Smith e Errol Harris, são alguns exemplos disso mesmo, com posições muito diversas que fazem das teses essenciais da cosmologia do big bang um tema de atual discussão filosófica¹³.

Na criação artística, merece especial referência o escultor Josiah McElheny, com as suas *esculturas cosmológicas* a representar o big bang e a suscitar colaborações e análises de cosmólogos como David Weinberg¹⁴. Outros artistas plásticos criaram igualmente obras onde representam o big bang, como, por exemplo, os pintores Margo Anton, David Poppie e Joseph Morrit.

O grande público também se rendeu à hipótese do big bang. Prova disso é o sucesso de inúmeros livros de divulgação sobre a origem e evolução do universo ou que incluem capítulos sobre o assunto. Alguns deles são mesmo grandes *best-sellers* mundiais, como *Os Três Primeiros Minutos* de Steven Weinberg (1977), *Cosmos* de Carl Sagan (também série televisiva de sucesso mundial, 1980) ou *Breve História do Tempo* de Stephen Hawking (1988). Além disso, podemos encontrar em jornais, revistas, televisões e na internet¹⁵ uma imensa profusão de imagens, notícias, artigos e documentários relacionados com o big bang, o que é bem revelador do interesse, e mesmo fascínio, que a hipótese do big bang desperta atualmente em milhões de pessoas por todo o mundo.

Uma curiosa e impressionante manifestação do sucesso que a cosmologia do big bang goza junto do grande público é a proliferação do termo *big bang* em numerosos

¹² Cf. Halvorson, Hans e Kragh, Helge (2013).

¹³ Cf. Ibid.

¹⁴ Cf. Weinberg, David (2010).

¹⁵ Cf. Kragh, Helge (2013), p. 35.

contextos comerciais e sociais, em que o termo é usado e explorado com os mais diversos propósitos. Este uso está difundido um pouco por todo o mundo e em áreas tão diversas (e talvez inesperadas) como decoração e iluminação de edifícios, restauração, promoções de venda de alimentos, publicidade de novos modelos de automóveis, música pop e rock, eventos musicais, festas de aniversário, jogos eletrónicos, televisão, filmes de aventura e ação, circo, organizações não governamentais de combate à pobreza e até operações policiais!

Eis alguns dos muitos exemplos deste uso do termo *big bang*: o álbum do famoso grupo musical Rolling Stones editado em 2005 chama-se *A Bigger Bang* e tem a imagem de uma língua (símbolo do famoso grupo rock) a desintegrar-se explosivamente; um dos grupos musicais mais famosos da Coreia do Sul é o grupo pop *Big Bang* e na Europa há um festival internacional de música, que decorre em vários países, chamado *Big Bang – Festival de Música para Crianças*; uma das séries televisivas atualmente mais populares em muitos países é a comédia de televisão americana *Big Bang Theory*; em 2010, estreou no cinema o filme *Nanny Mcfee and the Big Bang* e, em 2011, estreou o filme de ação *The Big Bang*; a famosa marca de jogos eletrónicos Nintendo tem um jogo chamado *Big Bang Mini*; há empresas que produzem e vendem convites chamados *Pop Art dos Buracos Negros de Big Bang* para festas de aniversário que chamam *Big Bang Party!*; há espetáculos de circo chamados *Big Bang Factory*; há uma linha de candeeiros de teto chamada candeeiros *Big Bang* e uma empresa de mosaicos decorativos americana chamada *Big Bang Mosaics*, tendo como logótipo a imagem de uma desfragmentação que remete claramente para o big bang cósmico; a publicidade televisiva da famosa marca de automóveis BMW ao seu modelo i8, lançado em 2014, fala explicitamente em *big bang* e contém diversos elementos textuais e visuais que remetem implicitamente para a hipótese do big bang; uma cadeia portuguesa de supermercados criou em 2014 uma promoção de venda de alimentos a que chamou *Big Bang*; há, em diversos países, cafés e restaurantes chamados *Big Bang*; em 2013, uma gigantesca operação policial brasileira recebeu o nome de *Operação Big Bang*; há uma

organização não governamental e internacional de combate à pobreza chamada *Big Bang Ballers...*¹⁶

Na maior parte destes casos, o termo *big bang* (ou *Big Bang*) funciona como uma marca que promove um produto, aquilo que Helge Kragh designa por «rótulo ‘big bang’»¹⁷. Este rótulo está poucas vezes associado ao sentido cosmológico original de big bang; por vezes, apenas mantém o sentido de acontecimento em grande escala, de explosão ou de fragmentação; outras vezes, não passa de um nome considerado interessante e capaz de despertar a atenção. Mas, invariavelmente, o termo *Big Bang* (em maiúsculas) tem conotação positiva e cativante. Afirma Kragh que, «embora tenha levado muito tempo a tornar-se cativante, o big bang conseguiu definitivamente sê-lo»¹⁸.

A hegemonia da hipótese do big bang na cosmologia e a sua notável difusão na cultura contemporânea, ainda que, por vezes, apenas a título meramente metafórico ou através do simples uso do termo *big bang* em contextos comerciais ou sociais, justificam, pois, que falemos de *sucesso da cosmologia do big bang*, expressão que consta do título da presente investigação. Mas, antes de analisar as razões desse sucesso, convém esclarecer os sentidos com que a palavra *sucesso* é aqui utilizada.

Em primeiro lugar, podemos reconhecer um sucesso interno, interior às fronteiras disciplinares da cosmologia: na verdade, a cosmologia do big bang é aceite pela generalidade dos cosmólogos, que veem nela uma explicação muito satisfatória do universo (como um todo), não apenas quanto ao presente, mas também quanto ao passado e mesmo quanto ao futuro. Em segundo lugar, podemos falar de um sucesso mais alargado, em que se inscrevem todas as formas de acolhimento da cosmologia do big bang por outras áreas disciplinares, sejam científicas (como a biologia, por exemplo) ou não científicas (como a teologia, a filosofia ou a arte). Finalmente, devemos reconhecer um terceiro nível de sucesso que corresponde a diversas formas de acolhimento da cosmologia do big bang pelo grande público.

Assim, o significado da expressão «sucesso da cosmologia do big bang» que se encontra no título desta dissertação deve ser entendido desta forma: i) sucesso dentro das

¹⁶ Ibid., p. 35, e pesquisa realizada através do motor de busca Google em 01/07/2014.

¹⁷ Kragh, Helge (2013), p. 35.

¹⁸ Ibid., p. 35.

fronteiras disciplinares da cosmologia, correspondente ao notável consenso dos cosmólogos em torno da cosmologia do big bang; ii) sucesso fora das fronteiras disciplinares da cosmologia, através da presença, sob algum aspeto, noutras áreas disciplinares, científicas ou não científicas; iii) sucesso em contextos do domínio do grande público.

Em conformidade com isto, podemos então dizer que um grande objetivo desta investigação é contribuir para a compreensão deste triplo sucesso. Como explicar um tão grande consenso dos cosmólogos relativamente à hipótese do big bang? Como explicar que disciplinas científicas, como a biologia, e não científicas, como a teologia, tenham acolhido tão bem esta hipótese? Como explicar que esta hipótese seja hoje tão popular, suscitando tanto interesse junto do grande público e disseminando surpreendentemente o seu nome por numerosos contextos sociais e comerciais?

Vejamos que ferramenta metodológica escolhi para ajudar a responder a estas questões e que razões tornam essa ferramenta adequada à investigação.

2. *análise thematica*, uma ferramenta adequada

Para perseguir o seu grande objetivo inicial, a investigação recorre a uma ferramenta de análise proposta pelo historiador da ciência Gerald Holton – a *análise thematica*, que importa desde já apresentar, ainda que sumariamente.

Segundo Holton, a ciência não se faz apenas no plano teórico e experimental, ao contrário do que frequentemente se pensa. Além destas duas dimensões, Holton considera que existe uma terceira, que designa por *eixo thematico*. Aí se inscrevem elementos, a que Holton chama *themata*, que condicionam a atividade individual ou coletiva dos cientistas, estabelecendo orientações ou determinando polarizações da investigação desenvolvida por um cientista ou por uma comunidade científica de uma determinada época. Envolvendo valores e crenças, preferências e repulsas, os *themata* são tendencialmente inconscientes e raramente explícitos nas publicações científicas, mas condicionam fortemente a atividade científica interferindo, quer na construção de teorias, quer na reação (de aceitação ou rejeição) às teorias propostas na comunidade

científica. Segundo Holton, ainda que os *themata* não sejam a realidade-chave da atividade científica, havendo casos em que parecem não desempenhar qualquer papel relevante, eles são em geral muito importantes. Por esta razão, a compreensão da atividade científica deve ter em conta essas determinações, tanto ao nível dos processos de produção quanto ao nível dos processos de aceitação ou rejeição do conhecimento científico.

Os *themata* estabelecem pontes entre a atividade científica e o contexto histórico e cultural em que os cientistas se formam e desenvolvem a sua atividade. Por outras palavras, os *themata* são elementos que ligam transversalmente cada ciência a outras ciências, a outras áreas disciplinares não científicas e a toda a cultura em geral, inscrevendo a atividade científica e não científica naquilo que Holton designa por «estilo de pensamento da época»¹⁹. Os *themata* são ainda elementos com longevidade histórica, ligando a atividade desenvolvida numa ciência em determinada época à história dessa ciência e de outras ciências, assim como à história da cultura em geral.

Foi precisamente para descrever e compreender o papel dos *themata* em casos científicos concretos que Holton propôs, no início dos anos 1960, uma ferramenta de análise textual que tem por base o conceito de *thema* e a que, por isso mesmo, chamou *análise thematica*. O recurso à *análise thematica* é uma importante forma de compreensão da atividade científica. Esta análise permite identificar os *themata* dos cientistas, a nível individual e a nível da comunidade, detetar a presença de *themata* no conhecimento científico produzido e compreender o papel desses *themata* nos complexos processos de produção e de difusão do conhecimento.

Se adotarmos a perspetiva *thematica* de Holton, teremos de admitir que a construção da cosmologia do big bang envolveu questões *thematicas*. Além disso, podemos questionar-nos se, aos fatores teóricos e experimentais, de inegável importância para a compreensão de toda a atividade científica, não teremos de juntar fatores *thematicos* que tenham favorecido e continuem a favorecer o atual sucesso desta cosmologia. E isto, quanto aos três níveis de sucesso atrás identificados.

¹⁹ Holton, Gerald (1975), p. 93.

Para a consolidação e subsequente aceitação hegemónica da cosmologia do big bang, foram decisivas algumas observações experimentais como a descoberta da radiação cósmica de fundo e a determinação da abundância dos elementos químicos mais leves, especialmente do hélio, na década de 1960. Mas de que depende a aceitação de tais observações? Haverá elementos *thematicos* a atuar na dimensão experimental da cosmologia do big bang e a contribuir para o consenso dos cosmólogos em torno de observações tidas como decisivas? Com efeito, se os *themata* desempenham um importante papel, não apenas na construção do saber, como também na sua aceitação ou rejeição, então é de esperar que influenciem a conceção e a realização de determinadas experiências, assim como a interpretação dos resultados experimentais observados como sendo favoráveis à aceitação ou à rejeição de uma determinada teoria.

Além disso, que papel terão os elementos *thematicos* no sucesso da cosmologia do big bang fora das suas fronteiras disciplinares? Em que medida a identificação e a análise desses elementos *thematicos* podem ajudar à compreensão do bom acolhimento da cosmologia do big bang por outras áreas disciplinares e pelo grande público, em numerosos contextos?

Ou seja: qual a importância dos fatores *thematicos* para o generalizado sucesso da cosmologia do big bang? Terão eles favorecido, e continuarão a favorecer, o sucesso da cosmologia do big bang tanto dentro como fora das suas fronteiras disciplinares?

Ora, atendendo ao papel que, segundo Holton, os *themata* desempenham na atividade científica, é de esperar que, tanto os processos de construção, como os de consolidação e aceitação da cosmologia do big bang tenham uma dimensão *thematica*, à semelhança do que Holton considera existir em muitos outros casos de atividade científica desenvolvida ao longo dos séculos. É, pois, esta a minha hipótese de partida para a presente investigação.

Com efeito, os *themata* estão associados a crenças e preconceitos, atrações e resistências, fascínios e repulsas. Assim, o envolvimento, quantas vezes apaixonado, com que foram e são trabalhadas as grandes questões cosmológicas e, em particular, a forma como foi vivida a disputa entre a cosmologia do big bang e a sua grande rival, a

cosmologia do steady-state, com inegáveis projeções, mais ou menos evidentes, de crenças e preconceitos, atrações e resistências, fascínios e repulsas, são, logo à partida, bons indícios de que essa polémica não terá sido alheia aos *themata* envolvidos e que, portanto, uma abordagem *thematica* pode ser frutuosa. Se o universo é finito ou infinito; se é imutável e eterno ou, se pelo contrário, teve um início, evoluiu e pode ter um fim; se, tendo tido um início, este aconteceu a partir do nada ou a partir de matéria proveniente de um universo anterior; se, tendo tido um início, este foi explosivo, grandioso e espetacular; se a matéria pode ou não criar-se continuamente a partir do nada no universo... Todas estas questões estiveram presentes, e intensamente presentes, na cosmologia do séc. XX e envolveram, mais ou menos explicitamente, mais ou menos conscientemente, as crenças pessoais (filosóficas ou religiosas) e os preconceitos dos cientistas intervenientes na investigação cosmológica. Estas questões suscitaram, por isso mesmo, e nalguns casos de forma até muito assumida, atrações e resistências, fascínios e repulsas, consoante as crenças e os preconceitos de cada um. Por exemplo, se, para Georges Lemaître, foi muito sedutora a ideia cosmológica de um universo com início explosivo e a partir do nada, para Fred Hoyle, esta ideia era abominável; se, para Fred Hoyle, um universo infinito era muito atraente, para Arthur Eddington, isso era tão repulsivo como um pesadelo²⁰. Ora, se tais atrações, resistências, fascínios e repulsas corresponderem a projeções psicológicas dos *themata* individuais, que, segundo Holton, são mais evidentes em momentos de debate de ideias, então faz todo o sentido estudar a construção das teorias cosmológicas do ponto de vista *thematico*.

Além disso, se os *themata* também atuam nos processos de difusão do saber, contribuindo para a sua aceitação ou para a sua rejeição, é de crer que tenham contribuído e continuem a contribuir para o generalizado consenso dos cosmólogos em torno da cosmologia do big bang. Mais: é de crer que a natureza transversal dos *themata* ligue a cosmologia ao contexto epocal, ou seja, à sua contemporaneidade cultural, o que, à partida, também se afigura um bom indício quanto ao possível contributo dos *themata* para o sucesso de que a cosmologia do big bang goza fora de fronteiras, em contextos disciplinares e em contextos populares. Finalmente, se houver enrizamentos

²⁰ Cf. Eddington, Arthur (1929), p. 83.

na história da cosmologia, em particular, e na história do pensamento, em geral, que tenham favorecido e continuem a favorecer a cosmologia do big bang, talvez a longevidade histórica dos *themata* ajude a entendê-los.

A meu ver, a análise *thematica* pode, pois, contribuir de forma relevante para a questão do sucesso da cosmologia do big bang, ao identificar e analisar fatores *thematicos* favoráveis, não apenas à construção, à consolidação e à manutenção do consenso dos cosmólogos em torno desta cosmologia, como também à sua grande aceitação fora das fronteiras disciplinares, seja em contextos disciplinares, seja em contextos populares.

Por isso, ainda que haja certamente outras formas de aceder à compreensão da cosmologia do big bang e do seu sucesso, não devendo a análise *thematica* ser vista como abordagem única ou exclusiva no tratamento da questão, esta ferramenta analítica apresenta-se como uma escolha metodológica adequada à presente investigação.

O primeiro grande objetivo da investigação operacionaliza-se, então, através de quatro objetivos específicos e sequenciais em que a análise *thematica* é fundamental:

- i) analisar a matriz *thematica* da cosmologia do big bang;
- ii) contrapor a matriz *thematica* da cosmologia do big bang com a da cosmologia do estado estacionário (steady-state);
- iii) analisar a disputa entre a cosmologia do big bang e a cosmologia do steady-state enquanto disputa *thematica*;
- iv) averiguar, relativamente aos *themata* da cosmologia do big bang, quais os enraizamentos históricos, as transversalidades disciplinares e epocais, assim como as seduções psicológicas, que contribuem favoravelmente para o sucesso da cosmologia do big bang, tanto dentro como fora das suas fronteiras disciplinares.

Com efeito, se queremos compreender o sucesso da cosmologia do big bang através da análise *thematica*, convém, antes de mais, analisar a matriz *thematica* da própria cosmologia do big bang, ou seja, aquilo que, de ponto de vista *thematico*, é mais característico nesta cosmologia (primeiro objetivo específico). Esta matriz *thematica* fica mais perceptível se a confrontarmos com a matriz *thematica* da cosmologia que mais se

lhe opôs, a cosmologia do steady-state, o que requer uma análise *thematica* desta cosmologia rival (segundo objetivo específico), e se analisarmos a disputa entre as duas cosmologias enquanto disputa *thematica* (terceiro objetivo específico). Finalmente, só conseguiremos compreender o sucesso da cosmologia do big bang dentro e fora das suas fronteiras disciplinares se, depois de tudo isso, identificarmos fatores *thematicos* que se conjuguem favoravelmente para a sua aceitação, nomeadamente enraizamentos em tradições de pensamento historicamente fecundas, fortes transversalidades disciplinares e epocais, assim como importantes seduções psicológicas, dos *themata* mais característicos desta cosmologia (quarto objetivo específico).

3. sobre o segundo objetivo da investigação

A persecução do primeiro objetivo da investigação reclama, contudo, um trabalho prévio de aprofundamento conceptual relativo à ferramenta metodológica a utilizar. Trata-se de clarificar o conceito central da análise *thematica*, o conceito de *thema*. Na verdade, este conceito é apresentado por Holton de forma imprecisa e com algumas ambiguidades, sem uma definição única e consistente e uma classificação taxonómica dos *themata* que possa ser útil numa determinada aplicação da análise *thematica*. E, de facto, ao tentar iniciar a análise *thematica* de alguns textos cosmológicos fundamentais, senti, por experiência própria, a necessidade de, antes de prosseguir com essa análise *thematica*, aprofundar e “afinar” de alguma forma uma ferramenta metodológica que se afigura adequada, como vimos, mas que poderia ser ainda melhorada de modo a maximizar o seu interessante potencial.

Assim se justifica que esta investigação se proponha também contribuir para a clarificação do conceito de *thema*. Este propósito constitui-se como um segundo grande objetivo da investigação, a juntar ao objetivo de compreensão do sucesso da cosmologia do big bang.

A clarificação do conceito de *thema* pretende servir três finalidades: em primeiro lugar, uma finalidade teórica, a de contribuir para uma melhor compreensão e sistematização de um conceito interessante para a história e filosofia das ciências e para o estudo da cultura em geral; em segundo lugar, uma finalidade utilitária intimamente relacionada

com a primeira, a de contribuir para que a análise *thematica* possa ser uma ferramenta metodológica ainda mais fecunda e ainda mais usada na compreensão da atividade científica e da cultura em geral; em terceiro lugar, uma finalidade também utilitária mas relativa à presente investigação, a de permitir que o estudo de caso aqui proposto possa já beneficiar dessa clarificação.

Por razões metodológicas, o objetivo de clarificação conceptual é necessariamente o primeiro a ser trabalhado, podendo assim contribuir para uma maior fecundidade da análise *thematica* na persecução do primeiro objetivo da investigação.

Este segundo grande objetivo da investigação operacionaliza-se segundo quatro objetivos específicos:

- i) proceder a um estudo crítico das teses de Holton acerca dos *themata* e da análise *thematica*;
- ii) proceder ao levantamento dos *themata* identificados por Holton e organizá-los taxonomicamente;
- iii) colocar o conceito de *thema* em confronto com alguns outros conceitos que com ele podem ser de alguma forma relacionados;
- iv) usar o estudo de caso aqui proposto para observar empiricamente o funcionamento dos *themata*, nomeadamente quanto a importantes aspetos contemplados nas teses de Holton ou a novos aspetos que devam ser reconhecidos como relevantes para o conceito de *thema* e a análise *thematica*.

Com efeito, a clarificação não poderia deixar de dissecar e sistematizar, em primeiro lugar, tudo o que Holton diz sobre os *themata* e a análise *thematica*, tentando esclarecer aspetos mais ambíguos e desenvolver outros pouco desenvolvidos. Mas esta clarificação conceptual não poderia deixar de enfrentar um grande e antigo desafio, o de listar os *themata* identificados por Holton e, mais do que isso, organizá-los taxonomicamente. Por outro lado, faz sentido sair do corpus textual de Holton e procurar outros conceitos que podem ser relacionados com o conceito de *thema* e que o podem enquadrar num espectro de importantes conceitos à disposição, não apenas da história e filosofia das ciências, como também de outros estudos da cultura em geral. Finalmente, se o trabalho

de compreensão do sucesso da cosmologia do big bang pode beneficiar com uma clarificação prévia do conceito de *thema*, também é de admitir, à partida, que a clarificação do conceito de *thema* possa beneficiar com aquele trabalho de compreensão, sobretudo na medida em que aí se venham a revelar empiricamente novos aspetos dos *themata* e da análise *thematica* que complementem e enriqueçam a clarificação prévia. Os dois grandes objetivos da investigação articulam-se e podem, pois, beneficiar-se mutuamente.

4. sobre o desenvolvimento da investigação

Em conformidade com os seus dois grandes objetivos, com a sua dupla missão, a investigação desenvolve-se, então, em dois momentos: o primeiro consiste numa clarificação dos fundamentos conceptuais da análise *thematica*; o segundo é um estudo de caso que consiste na aplicação da análise *thematica* à cosmologia contemporânea, incidindo particularmente na questão do sucesso da cosmologia do big bang segundo os quatro objetivos específicos atrás referidos.

O primeiro momento convoca toda a bibliografia de Holton dedicada à análise *thematica*, o que inclui um significativo conjunto de livros e artigos publicados entre 1973 e 2005²¹. Neste estudo (cap. I.1), tenta-se compreender e delimitar o conceito de *thema* procurando os *themata* identificados por Holton nos numerosos estudos de caso que desenvolveu no âmbito das ciências físicas e dissecando de forma crítica as teses deste autor acerca das características e dos modos de funcionamento dos *themata* na produção e na difusão do saber. Veremos que, desta análise, pode resultar uma taxonomia dos *themata*, propondo-se aqui duas listas classificativas dos mesmos (cap. I.2).

Complementando esse estudo do corpus textual de Holton, segue-se um estudo comparativo (caps. I.3 a I.7) que envolve outros conceitos propostos por diversos autores do século XX e que, de alguma forma, podem ser relacionados com os *themata* e com a análise *thematica*. Tal estudo comparativo é, no fundo, um estudo da rede

²¹ Cf. obras de Holton indicadas na bibliografia desta dissertação.

conceptual em que o conceito de *thema* se insere, ou seja, uma rede de conceitos limítrofes que com este disputam uma similar capacidade explicativa. O próprio Holton, pressentindo possíveis confusões relativamente ao sentido do seu conceito de *thema*, manifestou continuamente a necessidade de distinguir o conceito de *thema* do conceito de paradigma de Thomas Kuhn e do conceito de arquétipo de Carl Jung. Para além destes dois conceitos, convoquei para este estudo comparativo outros conceitos, nomeadamente o conceito de obstáculo epistemológico de Gaston Bachelard, o conceito de episteme de Michel Foucault e o conceito de *Pathosformel* de Aby Warburg.

Dois critérios orientaram a escolha destes cinco conceitos: i) o facto de todos terem sido propostos no século XX, tal como o conceito de *thema*, o que lhes acrescenta uma interessante nota de contemporaneidade e atualidade; ii) mais importante ainda, o facto de esses cinco conceitos, cada um à sua maneira, irem ao encontro das principais características que o estudo do corpus textual de Holton permite identificar na natureza dos *themata*. Com efeito, o conceito de paradigma aproxima-se do conceito de *thema* especialmente pela sua dimensão coletiva; o conceito de arquétipo, pela sua universalidade e intemporalidade, assim como pela profunda ligação que nele se opera entre a dimensão individual e a dimensão coletiva; o conceito de obstáculo epistemológico, pela sua radical dimensão subjetiva; o conceito de episteme, pela sua transversalidade disciplinar e carácter epocal; finalmente, o conceito de *Pathosformel*, pela sua longa persistência histórica, pela sua natureza cíclica e pela sua grande transversalidade disciplinar e epocal.

Deste trabalho prévio de clarificação do conceito de *thema* resulta a síntese com que termina a primeira parte desta dissertação (cap. I.8). Mas, necessariamente provisório como é, tal trabalho de clarificação pode ser enriquecido pelo estudo de caso aqui proposto, de acordo com o que atrás ficou dito. Este estudo de caso corresponde ao segundo momento da investigação e consiste na aplicação da análise *thematica* à cosmologia do big bang, procurando identificar, descrever e compreender os principais *themata* desta cosmologia com o objetivo de contribuir para a compreensão do seu sucesso.

O estudo desenvolve-se pela análise *thematica* de textos que foram fundamentais na construção da cosmologia do big bang. São textos publicados, ou seja, a análise

thematica aqui desenvolvida incide sobre o conjunto dos *themata* explicitados ou que podem ser implicitamente reconhecidos em documentos públicos. Sabemos que, do ponto de vista metodológico, a análise *thematica* desenvolvida por Holton se baseia preferencialmente na análise de documentos privados, como trocas de correspondência, conversas e cadernos de notas dos cientistas... O objetivo de Holton é perscrutar a psicologia individual dos cientistas e as suas histórias de vida, para aí encontrar a presença mais ou menos inconsciente, mais ou menos explícita, dos grandes *themata* que orientam os seus trabalhos e que normalmente são menos visíveis nos textos publicados. Contudo, Holton também estudou muitos textos publicados – alguns bastante antigos, como, por exemplo, o *De revolutionibus orbium coelestium* de Copérnico ou o *Mysterium Cosmographicum* de Kepler, e outros mais recentes, como o artigo de divulgação do físico Steven Weinberg «Unified Theories of Elementary-Particle Interaction», publicado na revista *Scientific American*²². O próprio Holton mostra, pois, que a análise *thematica* de textos publicados constitui uma abordagem viável e também bastante frutuosa. E é justamente esta segunda forma de abordagem da análise *thematica* que utilizo no estudo de caso aqui apresentado, convocando textos científicos originais e textos de divulgação dos próprios autores das teorias.

O matemático russo Alexandre Friedmann é o primeiro dos autores cujos textos são *themáticamente* analisados. Isto porque foi Friedmann quem propôs pela primeira vez, no artigo «Über die Krümmung des Raumes» («Sobre a Curvatura do Espaço»)²³, publicado em 1922, as duas ideias essenciais da cosmologia do big bang, que, segundo numerosos autores²⁴, são a ideia de origem singular do universo e a ideia de expansão do mesmo. De facto, embora a cosmologia relativista tenha nascido em 1917 com os modelos de Einstein e de Sitter, foi este artigo de Friedmann que introduziu as suas duas ideias essenciais, tão essenciais que haveriam de permanecer como núcleo conceptual estável, em torno do qual ocorreram todos os inúmeros desenvolvimentos posteriores desta corrente da cosmologia. Não é, pois, por acaso que Helge Kragh classifique aquele artigo de Friedmann como «artigo seminal»²⁵ da cosmologia do big bang. E também não

²² Weinberg, Steven (1974).

²³ In *Zeitschrift für Physik*, vol. 21, 1922, pp. 377-386.

²⁴ Cf., por exemplo, Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 16.

²⁵ Kragh, Helge (2013a), p. 1.

é por acaso, portanto, que o estudo de caso apresentado nesta dissertação comece precisamente com o artigo de 1922 de Alexandre Friedmann.

Assim, relativamente a este autor, são analisados (cap. II.1) os artigos científicos «Über die Krümmung des Raumes» («Sobre a Curvatura do Espaço»)²⁶, de 1922, e «Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes» («Sobre a Possibilidade de um Universo com Curvatura negativa constante»)²⁷, de 1924. Analiso ainda um livro dirigido a filósofos – *Mir kak prostranstvo i vremuya (O universo como espaço e tempo)*²⁸.

O autor seguinte é Georges Lemaître, astrónomo belga que, em 1927, relacionou, pela primeira vez, a ideia de expansão do universo com observações experimentais, nomeadamente o *redshift* espectral das galáxias, no artigo «Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques»²⁹. Além deste artigo científico, outros textos de Lemaître são *tematicamente* analisados (cap. II.2): «L'expansion de l'espace»³⁰, artigo de divulgação publicado em 1931 e baseado no artigo científico publicado no mesmo ano, «The Expanding Universe»³¹; «The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory»³², um artigo científico de uma só página publicado em 1931 na revista *Nature*; e «L'hypothèse de l'atome primitif», um texto de divulgação de 1945 que acabaria por integrar e dar título a uma coletânea de textos publicada no ano seguinte, coletânea que se tornaria a obra mais conhecida de Lemaître, *L'Hypothèse de l'Atome Primitif – Essai de Cosmogonie*³³.

O terceiro autor convocado no âmbito da cosmologia do big bang é George Gamow, físico nuclear russo-americano que, em vários artigos e com alguns colaboradores, como

²⁶ Friedmann, A. (1922). O texto será analisado na sua tradução francesa: Friedmann, Alexandre (1997), in Friedmann, Alexandre e Lemâitre, Georges (1997), pp. 267-277.

²⁷ Friedmann, A. (1924). Texto analisado: Friedmann, Alexandre (1997a), in *Op. Cit.*, pp. 278-285.

²⁸ Friedmann, Alexandre (1923). Texto analisado: Friedmann, Alexandre (1997b), in *Op. Cit.*, pp. 99-213.

²⁹ Lemaître, Abbé G. (1927).

³⁰ Lemaître, Abbé G. (1931).

³¹ Lemaître, Abbé G. (1931a).

³² Lemaître, Abbé G. (1931b).

³³ Lemaître, Georges (1946).

Ralph Alpher e Robert Hermann, propôs o modelo quente do big bang que viria a tornar-se o *modelo padrão* (*the standard model*) da cosmologia do big bang.

São analisados os seguintes artigos científicos de Gamow (cap. II.3): «On the Origin of Great Nebulae»³⁴, datado de 1939 e escrito em coautoria com E. Teller; «Expanding Universe and Origin of the Elements»³⁵, de 1946, onde esboça uma explicação para a origem dos elementos químicos baseada numa rápida expansão do universo inicial; «The Origin of Chemical Elements»³⁶, artigo publicado em 1948 em coautoria com Ralph Alpher e que se tornou muito conhecido como artigo $\alpha\beta\gamma$; «The Evolution of the Universe»³⁷, também publicado em 1948 na revista *Nature*. Além destes artigos, analisa-se o livro *The Creation of the Universe*, publicado em 1952, que resume o essencial da cosmogonia de Gamow e viria a tornar-se a sua obra mais popular, dentro e fora da comunidade científica. Ainda que tenha publicado numerosos outros textos (artigos e livros) relacionados com cosmologia, num trabalho desenvolvido em estreita colaboração com outros físicos, como Ralph Alpher e Robert Hermann³⁸, as linhas essenciais dos contributos de Gamow para a cosmologia do big bang encontram-se nos textos aqui selecionados.

Muitos outros cientistas contribuíram e continuam a contribuir para a cosmologia do big bang. Como em qualquer seleção, a discriminação positiva destes três autores corre o risco de ser incompleta. Penso, contudo, que os textos destes autores selecionados, cobrindo três décadas de importantes desenvolvimentos, de 1922 a 1952, contêm as linhas conceptuais essenciais da cosmologia do big bang.

Por outro lado, como já referi, as principais teses da cosmologia do big bang podem adquirir contornos mais nítidos se contrapostas às principais teses da sua cosmologia rival, a cosmologia do steady-state. Aliás, segundo Holton, os *themata* ficam mais pronunciados em caso de conflito entre cientistas com pressupostos antagónicos³⁹. Assim se justifica a análise *thematica* de textos da cosmologia do steady-state (cap. II.4),

³⁴ Gamow, G. e Teller, E. (1939).

³⁵ Gamow, G. (1946).

³⁶ Alpher, R. A., Bethe, H. e Gamow (1948).

³⁷ Gamow, G. (1948a).

³⁸ Cf. Kragh, H. (1996), p. 80.

³⁹ Cf. Holton, Gerald (1998a), p.184.

nomeadamente os seus dois artigos fundadores, ambos publicados em 1948 no mesmo volume do *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*: «The Steady-State Theory of the Expanding Universe», da autoria de H. Bondi e T. Gold⁴⁰, e «A New Model for the Expanding Universe», da autoria de Fred Hoyle⁴¹. Por conterem as ideias essenciais da cosmologia do steady-state, estes dois artigos são os únicos textos desta corrente cosmológica analisados nesta investigação. De facto, e ao contrário do que sucedeu com a cosmologia do big bang, que se foi construindo ao longo de várias décadas, a cosmologia do steady-state, depois dos seus dois artigos fundadores, não sofreu desenvolvimentos essenciais até ser generalizadamente abandonada.

A análise dos textos de todos estes autores (Friedmann, Lemaître e Gamow, por um lado; Bondi, Gold e Hoyle, por outro) procura identificar e compreender os principais *themata* envolvidos nas duas cosmologias. Permite também proceder a uma comparação *thematica* das mesmas (cap. II.5), a que se segue uma análise, de um ponto de vista *themático*, da intensa disputa que as opôs (cap. II.6).

Todo o estudo de caso concorre para a procura de possíveis fundamentos *thematicos* do atual sucesso da cosmologia do big bang (cap. II. 7), tendo por base a tripla natureza dos *themata* – psicológica, transversal e histórica. Aí se averigua, relativamente aos *themata* mais relevantes e característicos da cosmologia do big bang, os enraizamentos históricos, as transversalidades disciplinares e epocais, assim como as seduções psicológicas, que contribuem favoravelmente para o sucesso desta cosmologia.

Para ajudar ao desenvolvimento do estudo de caso apresentado ao longo da segunda parte desta dissertação, recorre-se especialmente aos contributos de importantes historiadores e filósofos da ciência que se debruçaram ou debruçam sobre a cosmologia contemporânea, nomeadamente: o próprio Gerald Holton, que em algumas obras deu atenção, ainda que fragmentariamente, à dimensão *thematica* da cosmologia do séc. XX; o filósofo da cosmologia Jacques Merleau-Ponty, que em 1965 publicou a magistral obra *Cosmologie du XXème Siècle. Étude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine*; e o já referido historiador da cosmologia Helge Kragh, autor de diversos textos importantes sobre história da cosmologia contemporânea, de

⁴⁰ Bondi, H. e Gold, T. (1948).

⁴¹ Hoyle, F. (1948).

que se destaca a obra *Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe*, um livro publicado em 1996 que se tornou uma obra de referência.

Finalmente, a conclusão retoma o essencial da clarificação do conceito de *thema*, desenvolvida e apresentada ao longo da primeira parte da dissertação, e acrescenta alguns importantes contributos que o presente estudo de caso oferece à própria análise *thematica*. Veremos que este estudo de caso, não apenas confirma algumas teses de Holton, como também revela alguns novos e interessantes aspetos relativamente aos *themata* e à análise *thematica*. Quanto ao outro grande objetivo da investigação, veremos também na conclusão que há, de facto, características *thematicas* na cosmologia do big bang que ajudam a compreender o seu grande sucesso. Com efeito, a análise desenvolvida no estudo de caso revela um conjunto de *themata* que inscreve fortemente a cosmologia do big bang em tradições de pensamento bem-sucedidas, assim como no contexto histórico e naquilo que, em termos holtonianos, poderemos entender como estilo de pensamento da nossa época. A análise revela ainda o contributo desses importantes *themata* para a atração psicológica e até para um certo fascínio que a hipótese do big bang exerceu e continua atualmente a exercer, quer dentro, quer fora da cosmologia.

Primeira Parte

Thema e análise *thematica*
(estudo teórico)

I.1. *Thema*: um conceito a clarificar

1. Uma clarificação necessária

A análise *thematica*, proposta por Gerald Holton a partir da década de 1960 e apresentada numa série de obras de que foi pioneiro o livro *Thematic Origins of Scientific Thought* (uma coletânea de textos publicada em 1973)¹, é um método de análise das ciências que pretende compreender, por um lado, os processos de construção de teorias científicas e, por outro, os processos de aceitação ou rejeição de teorias científicas.

O conceito fundamental em que se baseia a análise *thematica* é o conceito de Θέμα – *thema* (no plural, Θέματα – *themata*), palavra grega que, entre outros significados, se refere a tema, assunto, proposição, raiz de uma palavra, palavra primitiva. Veremos mais adiante por que razão Holton recorreu ao grego antigo para escolher a palavra *thema*, em vez de optar simplesmente pela palavra *tema* (theme, em inglês)².

A análise *thematica*³ é uma ferramenta analítica a aplicar em estudos de caso, como exemplificou o próprio Holton nos estudos que realizou e publicou acerca de importantes físicos e astrónomos, como Copérnico, Kepler, Galileu, Newton, Thomas Young, Mach, Michelson, Millikan, Einstein, Heisenberg, Schrödinger, R. Oppenheimer, Planck, Bohr, Fermi, Steven Weinberg.

Na esteira de Holton, outros autores aplicaram a análise *thematica* em diversas áreas. A abordagem parece ter sido bem acolhida em sociologia⁴, tendo também chegado à

¹ A edição aqui utilizada é a 3ª edição, de 1975: Holton, Gerald (1975). Esta edição é idêntica à edição original, de 1973, pois só em 1988 Holton publicou uma versão revista da obra: Holton, Gerald (1988).

² Na única tradução de textos de Holton para língua portuguesa até agora editada, *A Cultura Científica e os Seus Inimigos – o Legado de Einstein* (Gradiva, 1996), optou-se traduzir *thema* por *tema* e *themata* por *temas*. Embora possa facilitar a leitura, sobretudo quando os termos se sucedem amiúde, é, contudo, uma opção lexical pouco rigorosa. Neste trabalho utilizarei as designações originais propostas por Holton – *thema* e *themata* –, que, como veremos adiante, o autor fez questão de distinguir, respetivamente, das designações *tema* e *temas*. Em conformidade com estas designações, utilizarei as palavras *thematico(a)* e *thematicamente* para designar o adjetivo e o advérbio associados ao nome *thema*. Ressalve-se, todavia, que o próprio Holton, em inglês, nem sempre é rigoroso consigo próprio, oscilando frequentemente entre as duas designações (*theme* em vez de *thema* e *themes* em vez de *themata*).

³ Passarei a escrever *thema*, *themata* e *thematico/a* sem itálico, por comodidade de escrita e de leitura, uma vez que serão palavras usadas inúmeras vezes a partir daqui.

⁴ Moscovici, um sociólogo de renome, aplicou com Vigneaux (1994) o conceito de *themata* ao estudo das representações sociais; Riccardo Campa (s.d.) procedeu à análise *thematica* de teorias sociológicas de

ciência da informação⁵ e, mais recentemente, à economia⁶. Por outro lado, no âmbito das ciências da natureza são conhecidos, para além dos textos do próprio Holton, alguns outros estudos thematicos: E. C. Horsfield, no artigo «Knowledge, belief and themata in physics»⁷, relaciona conhecimento e crença através dos themata; B. Nicolescu, em «L'imaginaire sans images: symboles et themata dans la physique contemporaine»⁸, leva a abordagem de Holton ao caso da teoria do “bootstrap” de G. Chew (cosmologia e física de partículas); Michael B. Shermer publicou um estudo analítico acerca da obra do biólogo Stephen Jay Gould («This View of Science: Stephen Jay Gould as Historian of Science and Scientific Historian, Popular Scientist and Scientific Popularizer»⁹), onde, a par de uma análise de conteúdo (quantitativa), apresenta uma análise thematica da obra de Gould sustentada em dicotomias thematicas (como teoria/dados, tempo linear/tempo cíclico, adaptacionismo/não-adaptacionismo, pontualismo/gradualismo, contingência/necessidade), enfatizando as interações entre themata e objetos de estudo; em Portugal, a socióloga Carmen Gonçalves também incluiu os themata no estudo que, nos finais da década de 1990, realizou sobre o estilo de pensamento do Grupo de Gravitação e Cosmologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa¹⁰.

O próprio Holton deu conta do eco que a análise thematica teve em investigadores e autores de diversas áreas disciplinares, como refere no pós-escrito da edição revista de *Thematic Origins of Scientific Thought* (1988), onde apresenta outros exemplos que abrangem áreas tão distintas como história e filosofia das ciências (nomeadamente das ciências físicas e da biologia), crítica literária, literatura comparada, linguística, psicologia, sociologia da ciência ou organização de enciclopédias¹¹.

A análise thematica tem dado, pois, boas provas de vitalidade e de fecundidade. Os resultados dos estudos de caso realizados por Holton e a aplicação que outros autores

conceituados autores como Durkheim e Max Weber; Li Liu (2004) aplicou o conceito a uma perspectiva dialógica das representações sociais.

⁵ Kuch, T. D. C. (1981).

⁶ Cavalieri, Marco Antonio Ribas (2007).

⁷ Horsfield, E. C. (1986).

⁸ Nicolescu, B. (1988).

⁹ Shermer, Michael B. (2002).

¹⁰ Cf. Gonçalves, Carmen (1999).

¹¹ Cf. Holton, Gerald (1988), pp. 473-475.

têm feito da análise *thematica* em diversas áreas constituem razões bastante fortes para acreditarmos que a análise *thematica* possui um potencial deveras interessante para a compreensão das ciências, assim como para a análise do saber em geral e das dinâmicas históricas e transversais da própria cultura.

Contudo, e apesar da significativa utilização a que análise *thematica* já foi sujeita e dos interessantes frutos que esta utilização já deu, tanto através dos numerosos estudos de caso realizados pelo seu proponente, como pelas posteriores aplicações levadas a cabo por outros autores em diversas áreas disciplinares, a análise *thematica* está fundamentada num conceito mal definido: o conceito de *thema*.

Na verdade, Holton nunca apresentou uma definição clara, rigorosa e completa de *thema*. A definição de *thema*, apresentada por Holton em diversos escritos, é sempre fragmentária, ambígua e plural. Assim, ao longo de diversas obras, o conceito de *thema* é pensado como um «guia»¹², uma «noção orientadora fundamental»¹³, uma «ideia orientadora»¹⁴, uma «profunda convicção»¹⁵, um «pressuposto fundamental»¹⁶, uma «preferência»¹⁷, um «preconceito»¹⁸, uma «predisposição»¹⁹, uma «atitude fundamental»²⁰, uma «crença»²¹ (que pode ser «obstinada»²²), um «fascínio»²³, uma «ligação»²⁴, um elemento que «modela o estilo»²⁵, um elemento que funda uma «base conceptual e mesmo emocional»²⁶, e que é capaz de determinar fortemente o trabalho científico, embora de forma quase sempre inconfessada, implícita, e muitas vezes inconsciente para os próprios cientistas.

¹² Holton, Gerald (1998a), p. 116.

¹³ Ibid., p. 182.

¹⁴ Holton, Gerald (1975), p. 100.

¹⁵ Holton, Gerald (1998a), p. 75.

¹⁶ Ibid., p. 116.

¹⁷ Ibid., p. 183.

¹⁸ Holton, Gerald (1996a), p. 201.

¹⁹ Holton, Gerald (1998a), p. 177.

²⁰ Holton, Gerald (1975), p. 154.

²¹ Ibid., p. 117; Holton, Gerald (2005), p. 145.

²² Holton, Gerald (1998a), p. 117.

²³ Ibid., p. 122.

²⁴ Holton, Gerald (1975), p. 132.

²⁵ Holton, Gerald (1998a), p. 185.

²⁶ Ibid., p. 184.

Numa outra passagem, Holton define a «dimensão thematica»²⁷ da ciência como uma «dimensão de pressupostos fundamentais, noções, termos, juízos metodológicos e decisões – numa palavra, de themata (...) – que não derivam nem da observação objetiva, por um lado, nem da lógica, da matemática ou de outro raciocínio formal, por outro.»²⁸

Um thema pode motivar (quantas vezes apaixonadamente!) ou constranger, potenciar ou impedir, estabelecer uma orientação ou mesmo determinar, em articulação com outros themata, uma polarização específica da investigação desenvolvida por um certo cientista ou por um conjunto de cientistas²⁹. Os estudos de caso desenvolvidos por Holton mostram que são raras as situações em que os themata parecem não desempenhar qualquer papel relevante³⁰ e que, para uma boa compreensão da atividade científica, os themata devem ser mesmo tidos em conta. Segundo Holton, sabe-se o que um thema pode fazer. Mas em que consiste precisamente esta entidade assim tão importante?

Alguns destes significados (pressuposto fundamental, preferência, guia, crença, convicção) são mais recorrentes, enquanto outros são mais raros e apresentados sem a mesma ênfase. Mas, ainda assim, é vasto (talvez demasiado vasto) o espectro de ambiguidade com que Holton apresenta o conceito de thema. Até que ponto pode este conceito ser delimitado a partir desta constelação de designações? Qual das designações será mais adequada? Existirá um núcleo de determinação que nos permita elaborar uma definição abrangente e rigorosa?

Esta ambiguidade conceptual dos themata aprofunda-se quando lhes reconhecemos mais algumas importantes características. E a definição do conceito de thema torna-se então ainda mais difícil. Vejamos.

Um thema caracteriza-se por ser um «motivo persistente»³¹ (podendo mesmo ter grande longevidade histórica) dotado de grande «universalidade»³², persistindo ao

²⁷ Holton, Gerald (1975), p. 57.

²⁸ Ibid., p. 57.

²⁹ Cf. Holton, Gerald (1975a), pp. 330-331.

³⁰ Cf. Ibid., p. 333.

³¹ Holton, Gerald (1975), p. 63.

³² Ibid., p. 150.

longo de séculos ou até milénios e atravessando disciplinas e áreas muito distintas do saber e da cultura. Nessa sua persistência temporal, um thema está sujeito a ciclos de ascensão e declínio, de acordo com a utilidade ou a moda intelectual³³, de modo que cada época tem os seus themata dominantes. Fenómeno raro é o aparecimento de um novo thema³⁴.

Estas duas características (persistência histórica e universalidade) oferecem aos themata, como veremos mais adiante, uma objetividade de que não suspeitaríamos pelas primeiras designações que vimos para thema. E um dos grandes problemas envolvidos na compreensão dos themata é precisamente o de saber se e de que forma um thema é uma realidade subjetiva com existência puramente psicológica ou se e de que forma é uma entidade independente do que os sujeitos possam pensar, ou seja, se é entidade dotada de objetividade. Trata-se de um problema que Holton não equacionou mas que não devemos ignorar.

Uma outra característica importante, e que reforça a sua possível subjetividade, é que um thema, ao contrário de uma teoria, não é verificável nem refutável³⁵, agindo por algum tempo «como um guia numa certa investigação, quando não há ainda boas provas disponíveis e, muitas vezes, até em face de provas aparentemente contrárias»³⁶, numa atitude que corresponde a uma «condescendente suspensão da dúvida»³⁷ e alimenta o que Holton designa por *imaginação thematica*, um dos três tipos de imaginação a que os cientistas recorrem, segundo o autor³⁸. Estamos aqui perante uma característica do conceito de thema que o aproxima do conceito de crença. Assim se

³³ Cf. Ibid., p. 62.

³⁴ Sobre o aparecimento da *complementaridade* como novo thema em física, cf. Ibid., pp. 115-161.

³⁵ Cf., por exemplo, Holton, Gerald (1975), p. 53; Holton, Gerald (1998a), p. 141.

³⁶ Holton, Gerald (1998a), p. 116.

³⁷ Ibid., p. 116. A expressão «condescendente suspensão da dúvida», tal como Holton assinala nesta passagem, é de Samuel Taylor Coleridge, numa discussão sobre poesia (in *Biographia Literaria*, 1817, Chapter XIV).

³⁸ Holton considera que na atividade científica há três tipos fundamentais de imaginação: *thematica*, visual e analógica/metafórica. A *imaginação thematica* é uma imaginação orientada pelos themata. A *imaginação visual* (ou imaginação icónica) cria imagens mentais úteis a partir de imagens óticas difusas de entidades ou fenómenos visualmente observados; pode também criar imagens mentais úteis para representar entidades ou fenómenos inacessíveis à observação visual. Estas imagens são visuais (concretas, se registadas em algum suporte físico, ou abstratas, se apenas mentais). A *imaginação analógica/metafórica* cria imagens analógicas ou metafóricas de entidades ou fenómenos invisíveis ou de entidades ou fenómenos que se apresentam como novos ao conhecimento científico, recorrendo a analogias com entidades ou fenómenos já conhecidos e a metáforas relacionadas com estes. Cf. Holton, Gerald (1998a), capítulo «A Imaginação em Ciência», pp. 96-123.

explica a capacidade de um thema funcionar desligado de provas experimentais e também, como vimos, da lógica, da matemática ou de qualquer outro tipo de raciocínio formal. Assim se explica também que a ligação individual a um thema possa ser vivida apaixonadamente. Holton apresentou, aliás, vários exemplos de disputas em que os sentimentos e o lado menos racional do trabalho científico vieram à superfície, revelando o importante papel que podem ter em ciência. Por exemplo, a conhecida disputa protagonizada, em física quântica, por Schrödinger e Heisenberg é, na leitura de Holton, uma disputa *thematica* apaixonada (entre o thema do contínuo e o thema do descontínuo)³⁹. Aproximando-se de uma crença, um thema mexe profundamente com os sentimentos dos cientistas. Assim se explica que um cientista possa ser «ferreamente devotado»⁴⁰ a um thema, que por ele possa ser fascinado, que perante as investidas de um thema oposto possa desencadear uma verdadeira luta emocional capaz de suscitar obstinações. Assim se explica ainda que, segundo Holton, «uma verdadeira ligação *thematica*»⁴¹ seja da ordem do «irreprimível desejo»⁴² e possa desencadear sentimentos de desgosto e mesmo de repulsa ou abominação perante *themata* adversários.

Esta dimensão do trabalho científico é normalmente menos conhecida e pouco admitida. Com efeito, e segundo Holton, todos os cientistas trabalham em dois domínios do território científico – a «ciência privada» (S_1), espaço íntimo e pessoal, próprio de cada cientista, onde ocorre a fase nascente das teorias, e a «ciência pública» (S_2), espaço onde cada cientista apresenta os resultados do seu trabalho e tenta convencer os pares quanto à sua validade. O papel dos *themata* no trabalho individual desenvolve-se no domínio da ciência privada mas é normalmente ocultado no domínio da ciência pública⁴³. Assim se compreende porque é que, e tal como mostram os estudos de Holton, os cientistas expõem mais os seus *themata* em textos não dirigidos aos seus pares, quer sejam textos do foro privado (como, por exemplo, notas pessoais ou

³⁹ Cf. Holton, Gerald (1975), pp. 132-133.

⁴⁰ Holton, Gerald (1998a), p. 182.

⁴¹ Holton, Gerald (1975), p. 132.

⁴² *Ibid.*, p. 132.

⁴³ Por exemplo, Cf. Holton, Gerald (2005), p. 140.

correspondência pessoal), quer sejam do domínio público (como, por exemplo, entrevistas ou textos de divulgação)⁴⁴.

Tendo sido posta a nu pela análise *thematica* em diversos estudos de caso, esta dimensão do trabalho científico parece ter criado em Holton a necessidade de defender o seu método, e os resultados por ele alcançados, contra os defensores da irracionalidade:

(...) a análise *thematica*, resultante de um estudo empírico do trabalho científico atual, não é uma ideologia, uma escola de metafísica, um argumento para a irracionalidade, um ataque à indiscutível eficácia dos dados empíricos e da experimentação ou um meio de ensinar os cientistas a fazer melhor o seu trabalho.⁴⁵

Ou seja: Holton considera que o reconhecimento do papel dos *themata* não coloca em causa a dimensão racional e o carácter observacional e experimental da investigação científica; ou, de forma mais geral, que o reconhecimento da «dimensão *thematica*» do trabalho científico não implica uma desvalorização da sua «dimensão analítica» e da sua «dimensão empírica (ou fenoménica)»⁴⁶. Na perspetiva de Holton, o “espaço” em que se desenvolve a atividade científica, um «‘espaço’ tridimensional»⁴⁷ a que também chama «espaço proposicional»⁴⁸, assenta nestas três dimensões, todas elas igualmente fundamentais e constitutivas para a ciência. Segundo uma terminologia recorrente no autor, neste espaço tridimensional da ciência o eixo x corresponde à dimensão empírica (ou fenoménica), o eixo y à dimensão analítica e o eixo z à dimensão *thematica* (a «terceira dimensão»⁴⁹ da ciência).

Neste espaço tridimensional da atividade científica, um *thema* pode funcionar como entidade singular⁵⁰ (por exemplo, a complementaridade, introduzida por Niels Bohr na física quântica), mas, segundo Holton, na maior parte dos casos um *thema* funciona em par (ou *díade*), por antítese com um outro, o qual, por essa razão, se designa *thema* antitético ou *antithema*. Por exemplo, contínuo e descontínuo são *themata* opostos,

⁴⁴ Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 334.

⁴⁵ Holton, Gerald (1975), p. 44.

⁴⁶ *Ibid.*, pp. 54-58.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 57.

⁴⁸ *Ibid.*, p. 58.

⁴⁹ Holton, Gerald (2005), p. 137.

⁵⁰ *Singlet*, Holton, Gerald (1975a), p. 331.

adversários, e constituem um par *thema-antithema* (ou par antitético). Segundo Holton, a «natureza dialética da ciência como atividade pública e de procura de consenso»⁵¹ está associada a uma dialética *thematica*, consistindo as controvérsias científicas em disputas entre *themata* e *antithemata*. Os *themata* também podem funcionar em tríades (por exemplo, evolução/estado estacionário/involução), mas estes casos são mais raros⁵². Por que funcionam alguns *themata* a nível singular e outros em díade e outros ainda em tríade? Eis uma questão que Holton não colocou nem desenvolveu.

Seja a nível singular, seja em díades ou em tríades, o número de *themata* mantém-se, segundo Holton, bastante reduzido e sensivelmente constante ao longo do tempo, sendo raro o aparecimento de um novo *thema* (*thema* esse que, embora novo numa determinada disciplina, pode ser bastante antigo noutras disciplinas ou noutras áreas culturais).

O facto de os *themata* serem em número limitado e até reduzido, mantendo-se praticamente os mesmos ao longo da história, justifica, para Holton, a escolha da palavra *thema* (ou *themata*) em vez de *tema* (ou *temas*). Com efeito, e segundo o autor, os seus estudos de caso revelaram que

apenas um número relativamente pequeno de *themata* e *antithemata* – talvez na ordem da centena – bastou à ciência moderna. Os *themata* opostos de Heráclito e Parménides [mudança versus constância, respetivamente] continuam a ser usados. Esta é uma razão para evitar a palavra “tema” [“theme”] em vez de *thema*, pois, tal como acontece na música, em ciência não há limite para o número de temas possíveis [possible themes], temas que não têm longevidade nem qualquer generalidade capaz de abranger toda a ciência.⁵³

Ou seja: em qualquer área, da ciência à música, por exemplo, os temas podem ser em número ilimitado, muito específicos e sem apresentarem grande generalidade ou longevidade. Ora, estas características dos temas não servem os propósitos de Holton porque são precisamente opostas ao que o autor quis colocar em relevo nas ciências – a existência de um conjunto de elementos bastante limitado, com grande longevidade

⁵¹ Ibid., p. 331.

⁵² Cf. Ibid., p. 331.

⁵³ Holton, Gerald (2005), p. 143.

e que, apesar de poderem assumir formas específicas consoante a área em questão, são dotados de grande universalidade. A palavra *thema* apresenta-se, pois, como claramente preferível a *tema*. Com efeito, na sua multiplicidade semântica, o *thema* remete, não apenas para tema (como assunto), mas também para outros significados importantes para a abordagem holtoniana (e que serão cada vez mais evidentes à medida que progredirmos neste estudo), nomeadamente o significado de proposição (como aquilo que se propõe e defende) e o significado de raiz de uma palavra ou palavra primitiva (como elemento fundamental e comum em que podem radicar-se elementos diversos que, apesar de poderem apresentar diferenças entre si, estão profundamente ligados pela sua base conceptual comum).

Embora tenha por diversas vezes referido que identificou cerca de uma centena de *themata*⁵⁴, Holton nunca elaborou uma lista completa e formalmente organizada dos mesmos. Já Robert Merton, num pequeno artigo sobre análise *thematica* que acompanhou o artigo de Holton na revista *Science*, em 1975, e relativamente ao qual servia de comentário, dava conta deste problema, alertando para a necessidade de uma lista como primeiro passo para uma classificação dos *themata*, cuja elaboração se lhe afigurava especialmente necessária:

Tanto quanto sei, a lista de *themata* nas ciências físicas ainda foi não construída em lado nenhum, mas Holton estima o seu número em menos de 100 (...). O passo seguinte seria assim a conversão de uma lista numa classificação; mesmo com as suas limitações, o antigo instrumento de classificação serve para converter o empiricismo tácito das listas no racionalismo analítico das categorias. Listas de *themata* do pensamento científico indutivamente construídas parecem prontas a ser transformadas em classificações e proposições relacionadas, concebidas para nos ajudar a compreender o que Holton tratou (...).⁵⁵

Isto foi escrito em 1975. Em 2005, Holton reconheceu ser possível construir uma lista de *themata* a partir dos índices dos seus livros⁵⁶ mas continuou a expressar uma velha imprecisão quanto ao número de *themata*, ao referir-se-lhe como «talvez da ordem da

⁵⁴ Cf., por ex., Holton, Gerald (1975a), p. 331, e Holton, Gerald (2005), p. 143.

⁵⁵ Merton, Robert K. (1975), p. 336.

⁵⁶ Cf. Holton, Gerald (2005), p. 143.

centena»⁵⁷ (uma expressão bastante imprecisa). A lista continuou por elaborar. E, consequentemente, também a tal classificação dos themata.

Esta classificação pode ter um importante papel na clarificação do conceito de thema e na utilização concreta da análise thematica. Por isso, a sua elaboração apresenta-se-me como tarefa desejável e incontornável. E, independentemente de Holton ter ou não identificado todos os themata que operam na ciência e na cultura (e independentemente das suas imprecisões quanto ao real número), podemos sempre partir dos que identificou e apresentou.

De qualquer forma, e independentemente de Holton não ter apresentado a lista dos themata que servisse de base a uma classificação, convém referir que Holton elaborou um certo tipo de classificação dos themata, quando os categorizou segundo os tipos de utilização. De facto, Holton distingue «três diferentes utilizações»⁵⁸ dos themata:

1. Um *conceito thematico* (ou *thema conceptual*) é a componente thematica de um conceito (por exemplo: o contínuo é a componente thematica do conceito de campo ou do conceito de onda, enquanto o descontínuo é a componente thematica do conceito de átomo ou do conceito de partícula; a constância, por sua vez, é a componente thematica de qualquer conceito de movimento uniforme);
2. Uma *atitude thematica* (ou *thema metodológico*) é um thema orientador do fazer científico (por exemplo, a preferência por procurar exprimir as leis da física em termos de constâncias);
3. Uma *proposição thematica* (ou *hipótese thematica*) é uma hipótese com componente predominantemente thematica, como, por exemplo, a hipótese newtoniana da imobilidade do centro do mundo e os postulados da teoria da relatividade restrita.⁵⁹

Estas três possíveis utilizações de um thema apresentam, pelo menos, uma relação, assinalada por Holton: a proposição thematica situa-se entre o conceito thematico e o

⁵⁷ Ibid., p. 143.

⁵⁸ Holton, Gerald (1975), p. 28.

⁵⁹ Cf. Ibid., p. 28; Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 331.

thema metodológico, na medida em que «uma proposição thematica contém um ou mais conceitos thematicos e pode ser um produto de um thema metodológico»⁶⁰.

Independentemente da sua variedade de utilizações, um thema não funciona isoladamente. Inscreve-se num conjunto específico de themata, um «mapa de themata», mapa «por vezes idiossincrático»⁶¹ que distingue um cientista de um outro ou parte de uma comunidade científica de uma outra. Aliás, segundo Holton, a análise thematica serve, em primeiro lugar, para «identificar o mapa específico dos vários themata que, como impressões digitais, caracterizam um cientista individual, ou parte de uma comunidade científica, em dada época.»⁶²

A expressão «impressões digitais» é uma expressão bastante forte que, por um lado, significa identidade e, por outro, longevidade. Um certo mapa é específico de um certo cientista ou de um conjunto de cientistas e, nesse sentido, é uma estrutura identificadora. Ao mesmo tempo, «o compromisso thematico de um cientista é normalmente muitíssimo duradouro»⁶³, uma «leal dedicação»⁶⁴ que faz do mapa thematico uma estrutura vitalícia ou quase vitalícia para um cientista ou um conjunto de cientistas de uma certa época. Os cientistas podem mudar de themata, pelo menos alguns dos seus themata, como Holton exemplificou, mas, tal como também Holton mostrou, uma tal mudança é rara⁶⁵. Portanto, em geral os themata e os mapas de themata são mesmo como impressões digitais.

A designação metafórica «mapa de themata» remete para a existência de uma organização interna dos themata, para a sua articulação relacional, para a sua constituição em conglomerados nos quais se relacionam entre si. Resta saber que relações podem estabelecer-se entre os diferentes themata individuais: relações de eventual hierarquia formal, de coerência, de grau de importância específica, de articulação formal e concreta...

⁶⁰ Holton, Gerald (1975), p. 28.

⁶¹ Holton, Gerald (1998a), p. 182.

⁶² Ibid., p. 184.

⁶³ Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 334.

⁶⁴ Holton, Gerald (1998a), p. 184.

⁶⁵ Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 334.

Em alguns estudos de caso, Holton mostra como a articulação entre diferentes themata concorre para o desenvolvimento e para o produto final do trabalho de um cientista. Mas, ao apresentar os conjuntos dos themata individuais identificados nesses seus estudos de caso⁶⁶, Holton não vai além de uma enumeração. Ora, um mapa não é uma simples enumeração, e seria mais esclarecedor se o conjunto dos themata de um cientista fosse apresentado verdadeiramente “mapeado”, ou seja, de modo a evidenciar as relações estruturais dos elementos thematicos e o peso relativo de cada um dos themata para o trabalho do cientista.

É ao identificar, ordenar e categorizar elementos thematicos, ao desvendar estruturas thematicas e regularidades subjacentes⁶⁷ (no fundo, ao reconhecer os tais «mapas específicos de themata»), que a análise thematica pretende compreender, não somente a construção de teorias científicas, como também a aceitação ou rejeição de teorias científicas, tanto a nível de cada cientista como a nível coletivo, envolvendo uma comunidade de cientistas.

Além disso, ao assumir que os themata são entidades de grande longevidade histórica e de grande universalidade, a análise thematica permite também acompanhar e compreender o percurso de um certo thema ao longo da história de uma disciplina científica (ou, mais genericamente, ao longo da história da ciência ou, ainda mais genericamente, ao longo da História), compreender melhor as controvérsias científicas, identificar elementos comuns e esclarecer relações entre disciplinas científicas distintas, identificar elementos comuns e esclarecer relações entre ciência e outras áreas (não científicas) da cultura, compreender, enfim, diversos aspetos de qualquer área da cultura, sendo útil numa larga variedade de campos de estudo⁶⁸, das ciências da natureza às ciências humanas, à arte, à mitologia, à antropologia...

Ora, é razoável acreditar que a análise thematica se valorizará se o seu conceito fundamental for clarificado, mesmo enriquecido, e se algumas questões apenas esboçadas por Holton forem cuidadosamente analisadas e desenvolvidas. É de crer

⁶⁶ Além dos themata de Kepler, é igualmente elucidativa a lista dos themata de Einstein apresentada em Holton, Gerald (1998a), p. 182.

⁶⁷ Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 331.

⁶⁸ Cf. Holton, Gerald (2005), p. 148.

igualmente que um estudo comparativo que confronte o conceito de thema com outros conceitos que de alguma forma podem ser com ele relacionados (seja por semelhança, seja por diferença) poderá ajudar a definir com maior precisão os contornos teóricos e práticos do método holtoniano. A análise thematica poderá, então, ganhar não somente em fundamentação teórica (sobretudo no plano filosófico) como em alcance e em fecundidade, enriquecendo-se enquanto ferramenta de descrição e de compreensão dos processos de invenção e descoberta, tanto no plano da história e da filosofia das ciências como também no plano da história e da filosofia da cultura. É este esforço de clarificação e de definição que irei ensaiar.

2. origem dos themata: um problema (ainda) por resolver

Começarei pelo problema que Holton reconheceu logo nas suas primeiras apresentações da análise thematica – a origem dos themata.

Na introdução do livro *Thematic Origins of Scientific Thought*, o autor reconhece de imediato o problema:

(...) será útil aflorar aqui brevemente algumas outras propriedades dos themata. Uma é a questão referente à sua origem. [Os themata] Não são certamente o inacessível a priori sintético, no sentido do século dezoito; nem tão-pouco é necessário associá-los aos arquétipos platônicos, keplerianos ou jungianos, ou às imagens, ou aos mitos (no sentido não pejorativo, tão raramente usado na língua inglesa), ou às irredutíveis apreensões intuitivas.⁶⁹

Holton começa por associar o problema da origem dos themata à sua delimitação relativamente a outras entidades conceptuais. Mas, logo no parágrafo seguinte, sugere outras vias de aproximação que lhe parecem mais prometedoras para a resolução do problema:

É provável que a origem dos themata seja melhor compreendida através de estudos acerca da natureza da percepção e particularmente do desenvolvimento psicológico dos conceitos nas crianças mais pequenas. Outra direção que parece prometedora é o

⁶⁹ Holton, Gerald (1975), p. 28.

trabalho elaborado na teoria dinâmica da personalidade de Kurt Lewin. Mas, enquanto se aguardam resultados fidedignos, a posição mais frutuosa a assumir neste momento parece-me semelhante à de um etnólogo ou antropólogo, ou seja, olhar para e identificar temas gerais recorrentes nas concepções dos cientistas individuais e da profissão como um todo e identificar o seu papel no desenvolvimento da ciência.⁷⁰

Ou seja: Holton identifica a origem dos themata como problema mas lança o repto aos psicólogos para o atacarem e resolverem. Chega mesmo a identificar duas linhas de investigação em psicologia que poderiam ser chamadas a explicar a origem dos themata: a psicologia genética de Piaget, que poderia investigar a origem dos themata nas crianças, e a psicologia dinâmica de K. Lewin, que poderia procurar o lugar dos themata na constituição da personalidade. Numa atitude muito pragmática, Holton deixa o problema em suspenso, convicto de que a falta de resposta não impede de aplicar a análise thematica de forma frutuosa.

Umas páginas mais à frente, Holton retoma a questão com o mesmo pragmatismo:

Ao mesmo tempo que desenvolvo a ideia de que os themata têm um lugar tão legítimo e necessário na atividade e na compreensão da ciência como têm a experiência observacional e a construção lógica, devo esclarecer que não temos de resolver agora a questão da *origem* dos themata. O nosso primeiro objetivo é simplesmente ver o seu papel na ciência e descrever alguns deles, como um etnólogo faz quando cataloga as tradições e as práticas de um povo.⁷¹

E em 1975, na revista *Science*, acrescenta:

Precisamos de saber mais sobre as origens dos themata. Parece-me bastante claro que uma abordagem como a de Peter Medawar, incidindo sobre as conexões entre psicologia cognitiva e trabalho científico individual, é um ponto de partida apropriado.⁷²

⁷⁰ Ibid., p. 28. Holton usa o termo *themes* (palavra inglesa para *temas*) em vez de *themata*, uma imprecisão linguística que se repete com alguma frequência nos seus textos.

⁷¹ Ibid., p. 60. Holton acrescenta logo de seguida a sua preocupação com a distinção dos themata relativamente a outros conceitos, como tinha já feito na introdução do livro (p. 28). Tal como já referi a propósito dessa citação, essa questão será, a seu tempo, significativamente trabalhada na minha investigação.

⁷² Holton, Gerald (1975), p. 334. Holton refere-se ao artigo de Peter Medawar «Induction and Intuition», *American Philosophical Society*, Philadelphia, 1969. Para Medawar, a força mobilizadora da investigação científica reside em preconceitos imaginativos sobre o que deve ser verdade.

Holton continua, pois, a desafiar os psicólogos enquanto mantém o problema em suspenso, considerando-o claramente de natureza psicológica e como que exterior à análise *thematica*, na medida em que parece escapar à compreensão por parte desta e ao mesmo tempo parece não afetar o seu trabalho.

Posteriormente, na obra *The Scientific Imagination*, publicada em 1978 e reeditada em 1998, Holton insiste no assunto e, depois de repetir *ipsis verbis* o que acabo de citar do artigo da *Science*, acrescenta:

Como já anteriormente expressei, acredito que uma boa parte, talvez a maior parte, da imaginação *thematica* do cientista é moldada no período que precede a sua entrada na carreira científica. Alguns dos *themata* mais ferozmente defendidos manifestam-se mesmo desde a infância. Eis aqui, sem dúvida, um domínio que vale a pena ser estudado mais a fundo.⁷³

Holton situa a origem dos *themata* na infância e na juventude. Mas quanto aos processos envolvidos, resta apenas uma nova constatação de ausência de resposta e um novo desafio à psicologia.

Certo é que este problema da compreensão da origem dos *themata* foi-se arrastando sem que qualquer solução fosse ensaiada por algum autor (eventualmente da área da psicologia cognitiva) que respondesse ao repto de Holton, de tal forma que, em 2005, mais de três décadas depois de *Thematic Origins of Scientific Thought*, Holton terminava assim um texto sobre análise *thematica* (sugestivamente intitulado «Perspectives on the Thematic Analysis»):

Terminamos assinalando um puzzle não resolvido: qual é a origem do conjunto particular de conceitos e hipóteses *thematicos* de uma pessoa? É possível que a origem dos *themata* em casos individuais venha um dia a ser compreendida através de estudos relativos à natureza da percepção e da aperceção, e particularmente da psicodinâmica do desenvolvimento de conceitos nas fases iniciais da vida. Pela nossa parte, a tarefa continua a ser o estudo do papel desempenhado pelos *themata* gerais e recorrentes em cada um dos cientistas e na profissão como um todo.⁷⁴

⁷³ Holton, Gerald (1998), p. 23.

⁷⁴ Holton, Gerald (2005), p. 150.

Um «puzzle não resolvido». Holton reconhece assim a dificuldade do problema, trinta anos depois de o dar a conhecer. Por que razão ou razões ninguém resolveu o puzzle? Ninguém terá ouvido o desafio? O desafio terá parecido pouco interessante? Ou, pelo contrário, demasiado difícil? Terá Holton fornecido as peças todas, ou, pelo menos, as suficientes para se começar a resolver o puzzle? Certo é que o problema da origem dos themata continua ainda hoje sem resposta e já passou cerca de meio século desde os primeiros estudos thematicos de Holton. Entretanto, e apesar disso, Holton continuou, como vimos, pragmaticamente a fazer análise thematica.

Não é minha pretensão resolver o problema da origem dos themata, nomeadamente nos termos em que Holton o coloca, ou seja, como processo psicológico. De acordo com a sugestão de Holton, caberá talvez à psicologia resolver o problema, iluminando mais e melhor o território complexo da mente humana quando ainda criança ou jovem.

Mas este problema interpela-nos incontornavelmente por outras razões, razões que podem ser analisadas sob um olhar filosófico. E, assim, não sendo meu propósito resolver o problema, é meu propósito refletir sobre os termos em que o mesmo foi colocado e sobre um outro problema para o qual ele remete diretamente, um problema da maior relevância para a compreensão dos themata e que deve merecer a atenção da filosofia das ciências: a natureza dos themata.

3. natureza dual dos themata: subjetividade e objetividade

Holton reconhece aos themata uma natureza psíquica no momento em que coloca o problema da sua origem em termos exclusivamente psicológicos. Falar da origem dos themata é, para Holton, falar da origem psicológica dos themata, ou seja, do processo pelo qual a mente forma os seus pressupostos e os cristaliza como orientações para o futuro, sendo o sujeito cientista «o principal depositário dos themata»⁷⁵.

⁷⁵ Holton, Gerald (1975a), p. 334.

Mas, como veremos já de seguida, esta sobrevalorização da natureza subjetiva dos themata, já denunciada por certos autores⁷⁶, parece ser de conciliação difícil com diversas outras formas de caracterização dos themata amplamente reconhecidas e mesmo enfatizadas pelo próprio Holton, nomeadamente a partilha dos themata pelos membros de uma comunidade⁷⁷, a longevidade histórica dos themata⁷⁸, os ciclos de ascensão e declínio dos themata⁷⁹ e o domínio de certos themata numa certa época ou num certo contexto cultural⁸⁰, o carácter universal (transversal) dos themata⁸¹.

Na mente de cada cientista, os themata podem constituir-se e cristalizar-se, mas antes da intimidade deste processo subjetivo já os themata existem enquanto elementos dotados de uma certa exterioridade objetiva e cristalizados na história, na cultura, nas disciplinas, isto é, dotados de uma certa perenidade cuja origem é difícil, se não mesmo impossível, de descortinar. Por outro lado, a persistência histórica dos themata mostra que os mesmos continuam e continuarão a existir para além da sua existência efémera na mente do cientista. Ou seja: nesta perspetiva, em geral, o cientista não cria os seus themata; em geral, os seus themata já foram de outros, são de outros e serão de outros. O cientista faz parte de uma cadeia de partilha thematica.

Como compatibilizar estas duas teses opostas? Uma solução que Holton não explicita, mas que me parece legítima, é pensar que a origem psíquica dos themata é um processo de construção e de cristalização de «preferências thematicas»⁸² que passam a ser psicologicamente estruturantes na forma de ver a realidade e a relação de conhecimento com a mesma, funcionando como duradouros «compromissos thematicos»⁸³. Mas estas preferências e estes compromissos correspondem à ligação a possibilidades pré-existentes e não à criação (voluntária ou involuntária) de

⁷⁶ É o caso de Julian Jesús Martínez López (2006), no artigo «Sobre el concepto de thema en la obra del filósofo de la ciencia Gerald Holton», p. 8.

⁷⁷ Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 334.

⁷⁸ Cf. Ibid., p. 331.

⁷⁹ Cf. Ibid., p. 334. Holton considera que estes mecanismos de ascensão e declínio dos themata deviam ser estudados detalhadamente.

⁸⁰ Cf. Holton, Gerald (1998a), pp. 116-123.

⁸¹ Cf. Holton, Gerald (1975), pp. 149-150.

⁸² Holton, Gerald (1998a), p. 183.

⁸³ Holton, Gerald (1975a), p. 334. Apesar do significado mais comum de compromisso, os compromissos thematicos podem ser involuntários se forem inconscientes e assim parece ser na maior parte dos casos, a começar pela sua origem.

possibilidades que passam depois a ser defendidas. No fundo, é como se a origem psíquica dos themata fosse uma questão de atualização subjetiva de possibilidades objetivas, como se os themata fossem entidades potenciais que se atualizam na mente de um sujeito, num processo que pode ou não ser consciente e com resultados que podem ou não ser conscientes.

Embora Holton não tematize esta solução, há algumas passagens que apontam nesse sentido. Assim, e relativamente à presença dos mesmos themata nos membros de uma comunidade, afirma Holton:

Os themata são partilhados pelos membros de uma comunidade, com pequenas variações de cientista para cientista, principal depositário dos themata.⁸⁴

Dois elementos devem ser assinalados. Em primeiro lugar, quando Holton fala de partilha, fator de construção da comunidade ou consequência desta (ou ambas as coisas), está a revelar a natureza coletiva dos themata. Em segundo lugar, a expressão «principal depositário», remete para uma exterioridade, para algo que existe (e pré-existe) fora do sujeito e que, de alguma forma, se deposita e se desenvolve neste.

Relativamente à historicidade dos themata, são muitos os exemplos de ascensão e declínio assim como de longevidade themática. Há themata que persistem desde a Antiguidade (passando eventualmente por ciclos de ascensão e declínio sem, contudo, desaparecerem) e que têm assumido diversas formas ao longo da história da ciência, atualizando-se em cada época e em cada cientista aderente. Por exemplo, a questão da dualidade onda-partícula, em física quântica, é apenas uma nova e fascinante expressão da milenar disputa thematica entre contínuo e descontínuo. Preferir o contínuo ou, pelo contrário, o descontínuo enquanto thema estruturante para a compreensão do real, corresponde, nesta perspetiva, ao atualizar de um thema pré-existente e que, no processo histórico de desenvolvimento do conhecimento científico, como que aguardava novos contextos e novos sujeitos para se manifestar em novas formas de expressão e em novas formas de disputa com o thema antitético.

⁸⁴ Ibid., p. 334. Numa passagem de outro texto, que carece de esclarecimento mas que vai ao encontro desta ideia de partilha thematica, Holton considera que «a maioria dos especialistas num dado campo partilha mais ou menos a mesma epistemologia e a mesma ideologia» - Holton, Gerald (1998a), p. 115.

Ainda relativamente à persistência histórica dos themata, notemos que, considerar, como Holton, que os ciclos de ascensão e declínio de um thema têm a ver com a sua «utilidade contemporânea» ou com a «moda intelectual»⁸⁵ é reconhecer aos themata uma dinâmica exterior ao sujeito, como uma vaga de fundo em que este flutua na contingência do seu “aqui e agora”. Por um lado, a utilidade depende das questões que cada época ou cada cientista coloca e das ferramentas conceptuais necessárias – para explorar certas questões, certos themata são mais apropriados do que outros. Por outro lado, a moda intelectual remete para as questões e concepções características de uma certa época. «Cada época é formada por certas concepções características, que lhe conferem a sua inconfundível modernidade»⁸⁶, afirma Holton, que por vezes identifica moda intelectual com «estilo de pensamento da época»⁸⁷.

Este estilo associado à moda intelectual é um «estilo de pensamento pessoal e social contemporâneo»⁸⁸ e ao longo da história podemos, segundo Holton, reconhecer que «os critérios de pré-seleção [de factos, hipóteses e métodos explicativos] mudam, os interesses básicos deslocam-se, mas a existência de uma relação estilística entre os diferentes trabalhos de um certo período mantém-se constante.»⁸⁹

Ora, os themata, enquanto modeladores de estilo (recordemos que esta é uma das definições que Holton lhes atribui), podem modelar o estilo pessoal e social. E estando os themata sujeitos a ciclos históricos, de modo que cada época tem os seus themata dominantes, enquanto os respetivos themata antitéticos persistem, mas dominados e como que adormecidos, o estilo de pensamento dos cientistas de uma certa época é assim modelado pelos themata que dominam essa mesma época.

A moda intelectual está, portanto, fortemente associada aos themata, nomeadamente aos themata dominantes numa certa época e aos respetivos ciclos de ascensão e declínio.

⁸⁵ Cf. Holton, Gerald (1975), p. 62.

⁸⁶ Ibid., p. 115.

⁸⁷ Ibid., p. 93.

⁸⁸ Ibid., p. 101.

⁸⁹ Ibid., p. 95.

Notemos igualmente que, além da época, a moda intelectual remete igualmente para o contexto geográfico e social do indivíduo, na medida em que, numa mesma época, diferentes contextos geográficos e sociais poderão ter diferentes modas intelectuais.

A influência do meio cultural em geral (promotor de certos themata dominantes) na definição do mapa thematico individual dos cientistas revela, pois, uma exterioridade objetiva dos themata (relativamente ao cientista e também relativamente à sua disciplina científica) que pode ser subjetivamente captada e transformada numa orientação muito pessoal mas que, contudo, pode ser muito semelhante às orientações de outros indivíduos que cresceram e vivem no mesmo meio, um meio que se manifesta, assim, como um meio thematico que projeta os seus themata dominantes nos indivíduos que nele crescem e vivem.

A dicotomia entre objetividade e subjetividade dos themata apresenta-se igualmente problemática quando Holton lhes reconhece um carácter universal, ou seja, uma transversalidade disciplinar e cultural. O mesmo thema pode atravessar diversos domínios científicos, tão distintos como a física e a psicologia, por exemplo; mas pode também atravessar todos os domínios do saber e da cultura, da arte às ciências da natureza, da religião à política, das ciências sociais à vida quotidiana, assumindo em cada domínio uma forma de expressão muito específica. Esta universalidade thematica, repetidamente referida por Holton, faz dos themata realidades que transcendem qualquer subjetividade.

Segundo Holton⁹⁰, um thema (Θ) é o somatório de todas as suas manifestações em cada disciplina ou, mais em geral, em cada área da cultura (Θ_n):

$$\Theta = \sum_{n=\alpha}^{n=\omega} \Theta_n$$

Um thema é aqui uma entidade universal (transversal). Mais: é uma entidade abstrata e potencial que se concretiza ao atualizar-se em cada domínio numa forma específica. E poderemos dizer igualmente: um thema é uma entidade abstrata e potencial que se

⁹⁰ Cf. Ibid., pp. 149-150.

concretiza em cada sujeito ao atualizar-se como conceito orientador da atividade cognitiva desse sujeito.

Esta tensão entre objetividade e subjetividade de um thema pode ser entendida como uma espécie de jogo entre *conceito* e *conceito orientador*⁹¹. Por exemplo, o conceito de contínuo é objetivo enquanto *conceito*, mas, se um cientista o adota como *conceito orientador* no seu trabalho, liga a esta objetividade um entendimento subjetivo.

E, assim, quando Holton fala da origem dos themata, está, pela forma como coloca o problema, a falar do processo em que um *conceito* se torna *conceito orientador* na mente de um futuro cientista. E se o cientista não está consciente dos seus themata é porque não está consciente de que certos conceitos com que trabalha não são apenas conceitos, mas conceitos orientadores, estruturantes de todo o seu trabalho.

Seja como for, consciente ou inconscientemente, cada cientista é orientado por diversos themata. E o mais pessoal, ou seja, o mais específico e único para cada cientista, é o seu conjunto específico de themata, que Holton designa «mapa particular dos vários themata»⁹², «espectro de themata»⁹³, «conjunto específico de themata separáveis»⁹⁴.

Mais do que *em cada um* dos themata a que o cientista se liga, a subjetividade reside então no *conjunto* pessoal de themata, um conjunto específico que define um mapa muito pessoal, um mapa de «estrutura consideravelmente fina»⁹⁵ e cujas diferenças relativamente ao mapa de um outro cientista podem ser muito finas (como finas são as diferenças entre «impressões digitais» de diferentes indivíduos) mas suficientes para distinguir um cientista do outro.

Em suma, a pertinência e quase exigência de reconhecer que (e de compreender como) o problema da origem e o problema da natureza dos themata extravasam largamente o plano psicológico é sugerida e mesmo impelida por estas diversas questões envolvidas na análise thematica e reconhecidas pelo próprio Holton.

⁹¹ Ou entre *noção* e *noção orientadora* (ou entre *ideia* e *ideia orientadora*).

⁹² Holton, Gerald (1998a), p. 184; Holton, Gerald (2005), p. 142.

⁹³ Holton, Gerald (2005), p. 145.

⁹⁴ *Each member of the group is apt to operate with a specific set of separable themata.* Ibid., p. 145.

Itálico original.

⁹⁵ Ibid., p. 145.

Verificamos assim que a partilha dos themata pelos membros de uma comunidade, a longevidade histórica dos themata, os ciclos de ascensão e declínio dos themata, o domínio de certos themata numa certa época ou num certo contexto cultural e o caráter universal dos themata são características irreduzíveis a uma natureza subjetiva dos mesmos.

Ora, Holton considera, pelos estudos de caso por si realizados, que quando um cientista começa a sua atividade científica já tem o essencial do seu mapa thematico constituído, fruto da sua experiência de vida na infância e na juventude. Assim, ainda que não compreendamos os processos psicológicos desta constituição, é razoável admitir que tais processos não podem ser alheios àquelas características objetivas dos themata. Ou seja: na fase de constituição do seu mapa thematico, o indivíduo está em inegável contacto com os themata presentes no seu meio e das condições específicas deste contacto dependerá o seu mapa thematico. Se o mais determinante na constituição desse mapa thematico é o meio ou é o conjunto de características psíquicas do próprio indivíduo (cognitivas, emotivas, de personalidade...), eis novamente uma questão para a psicologia. Mas, independentemente desta questão, não há razões para duvidar de que a constituição de um mapa thematico particular resulte da interação entre o indivíduo e o meio.

Neste sentido, é possível dizer que a persistência histórica (essencialmente expressa na longevidade e nos ciclos de ascensão e declínio) e a universalidade são características thematicas de natureza filogénica. Por outro lado, a existência de mapas thematicos individuais é uma característica thematica de natureza ontogénica.

Se representarmos estas três características fundamentais num eixo temporal, poderemos dizer, grosso modo, que a persistência histórica é um elemento longitudinal, a universalidade é um elemento transversal e os themata inscritos nos diversos mapas individuais são elementos pontuais.

As componentes longitudinal e transversal são objetivas – correspondem à persistência dos themata e à sua presença potencial ou concreta (expressa e registada de múltiplas formas) no corpus cultural. Por sua vez, a componente pontual é subjetiva – corresponde à presença dos themata na mente dos sujeitos.

Desta componente subjetiva dos themata decorre uma certa objetividade quando os mapas thematicos individuais se manifestam (implícita ou explicitamente) em ideias e teorias tornadas públicas, ficando assim acessíveis a outros indivíduos e passando a fazer parte das componentes longitudinal e transversal (ou seja, da história e do corpus conceptual das diversas disciplinas).

A questão da objetividade/subjetividade dos themata joga-se, então, entre filogenia e ontogenia. Fica, contudo, por resolver não apenas o problema da origem ontogénica (a que Holton tantas vezes se referiu) mas também da origem filogénica, ou seja, da origem histórica dos themata e da origem nas diversas áreas do saber e da cultura (embora o estudo de alguns casos como, por exemplo, o dos processos que conduziram Bohr ao thema da complementaridade em física quântica nos deem pistas sobre o aparecimento de um thema numa certa disciplina).

Podemos e devemos, pois, reconhecer aos themata uma natureza simultaneamente subjetiva e objetiva; ontogénica mas também filogénica. Esta dualidade refere-se à origem e à existência dos themata. Mas convém analisar também a questão no que se refere ao objeto de estudo e às formas de o estudar, pois não esqueçamos que os themata são elementos orientadores que se referem a um certo objeto (a realidade em geral ou um domínio em particular) e aos métodos utilizados para o estudo desse objeto.

4. pluralidade dos themata

Holton mostrou-se sempre surpreendido com o reduzido número de themata que acredita existirem em ciência⁹⁶. Como já vimos, conseguiu identificar cerca de uma centena. O espanto de Holton parece relacionar-se com o entendimento essencialmente psicológico dos themata: pois não seria de esperar que, sendo pressupostos e preferências (mesmo crenças) individuais, entidades muito pessoais, associadas à perceção individual e à criação individual, os themata fossem abertos a infinitas possibilidades, apresentando-se com grande diversidade e em número muito elevado? Ora, os muitos casos estudados por Holton revelam themata comuns, recorrentes e

⁹⁶ Ainda em 2005, Holton se mostrava impressionado com o reduzido número de themata. Cf. Holton, Gerald (2005), p. 143.

pouco numerosos, o que se afigura, pois, como mais uma razão para relativizar a natureza subjetiva dos themata e reforçar a sua objetividade.

Como já vimos atrás, uma grande parte dos themata funciona aos pares, numa relação interna de antítese, díades de thema-antithema (Θ , $\text{anti}\Theta$). Assim, por exemplo, finito constitui par (ou díade) com infinito, simples com complexo, unidade com níveis hierárquicos, contínuo com descontínuo, constância com inconstância, acaso com necessidade, ordem com caos, estático com dinâmico, causalidade com probabilidade, determinismo com indeterminismo, reducionismo com holismo, análise com síntese... Por vezes, embora mais raramente, os themata funcionam em tríades como, por exemplo, evolução / estado estacionário / involução ou mecanicismo / materialismo / formalismo matemático.

Exemplos como estes são por diversas vezes apresentados por Holton lado a lado e indistintamente, mas é importante fazer uma ressalva. Por exemplo, os pares finito/infinito ou contínuo/descontínuo referem-se claramente ao objeto de estudo, enquanto os pares reducionismo/holismo ou análise/síntese, embora relacionados com o objeto de estudo, remetem claramente para formas possíveis de conhecimento desse objeto. Os dois primeiros são conceitos thematicos (ou themata conceptuais) e os segundos são atitudes thematicas (ou pares de themata metodológicos).

Sejam conceptuais ou metodológicos, os themata apresentam-se como possibilidades – possibilidades quanto às propriedades do objeto de estudo e possibilidades quanto às formas de o estudar. Assim, compreende-se que sejam em número relativamente reduzido: os processos mentais de construção de mapas thematicos não se podem abrir a infinitas possibilidades imaginativas mas são, pelo contrário, dupla e simultaneamente constrangidos pela realidade do objeto estudado e pelas possibilidades da razão.

Acresce que, e no que se refere aos themata conceptuais, as propriedades a que estes se referem são propriedades fundamentais, estruturantes, o que justifica um pequeno número de possibilidades. Por exemplo, o universo ou é finito ou infinito (quanto ao espaço ou quanto ao tempo), os seus constituintes ou são contínuos ou descontínuos... Ou seja, para cada propriedade fundamental as possibilidades são reduzidas e, no final,

as possibilidades são ainda reduzidas para o conjunto de propriedades que forem fundamentais para as questões estudadas.

Ora, pares de conceitos como, por exemplo, finito/infinito, simplicidade/complexidade, contínuo/descontínuo, causalidade/probabilidade, constância/invariância, acaso/necessidade, ordem/caos, correspondem a determinações metafísicas. Ou seja: os themata conceptuais estão associados a determinações metafísicas.

Por vezes, a estes conceitos estão associados conceitos estéticos, como perfeição, harmonia, equilíbrio, beleza, elegância. Em alguns casos, a associação da estética à metafísica é tão íntima que podemos mesmo reconhecer themata conceptuais que parecem ser simultaneamente metafísicos e estéticos, como é o caso da harmonia ou da simetria ou da simplicidade ou mesmo da perfeição.

São bem conhecidas diversas situações do passado em que metafísica e/ou estética tiveram um relevante papel thematico. Por exemplo, quando se acreditou que a perfeição na natureza residia na simplicidade e na constância e que, assim, um movimento simples com velocidade constante, como o movimento circular uniforme, seria o movimento mais perfeito que poderíamos esperar para as órbitas dos astros. Veja-se o caso da «estética da necessidade» de Copérnico e o caso da resistência de Galileu à elipse de Kepler, dois casos analisados por Holton⁹⁷.

No passado, quando as explicações científicas do mundo não excluía(m) (pelo contrário, incluía(m)) uma causalidade divina, as dimensões metafísica e estética dos themata conceptuais estavam imbuídas de carácter religioso. Ora, como sabemos, a ciência (pelo menos, a ciência canónica) viria a excluir radicalmente qualquer traço religioso do seu campo de trabalho⁹⁸, mas isso não significa que tenha cortado com a metafísica (*tout court*) ou com a estética, embora os cientistas possam não ter consciência disso.

⁹⁷ Cf. Holton, Gerald (1998a), pp. 75-76 e pp. 117-122.

⁹⁸ Há exceções recentes. Veja-se o caso do físico e cosmólogo Frank Tipler, com obras como *The Physics of Immortality – Modern Cosmology, God and the Resurrection of the Dead*, 1994 (tradução portuguesa: *Física da Imortalidade – Cosmologia Moderna, Deus e a Ressurreição dos Mortos*, trad. de Carlos Sousa de Almeida, Editorial Bizâncio, Lisboa, 2003). Nesta obra, Tipler pretende demonstrar «que a teologia é um ramo da física, que os físicos podem inferir a existência de Deus através do cálculo e a probabilidade da ressurreição dos mortos para a vida eterna exactamente da mesma forma como os físicos calculam as propriedades do electrão» (ed. port., p. 19.).

A acreditar no papel dos themata em ciência, a metafísica e a estética continuam bem presentes no labor científico, ainda que não sejam conscientes. Por exemplo, no que se refere à estética, há exemplos que mostram de forma explícita, verbalizada até pelos próprios cientistas, a sua presença e a sua força nas ciências físicas do séc. XX⁹⁹.

Por sua vez, os themata metodológicos, enquanto elementos orientadores práticos do trabalho científico, são de carácter lógico e epistemológico, mas alguns também têm revelado uma componente estética. Por exemplo, os cientistas da atualidade têm, em geral, uma certa tendência para reconhecerem valor estético na parcimónia lógica e na unificação teórica, que são themata metodológicos de carácter lógico ou epistemológico.

As proposições thematicas (ou hipóteses thematicas) apresentam, ou podem apresentar, de igual modo, um carácter metafísico ou estético, na medida em que são hipóteses assentes em themata conceptuais e se reportam ao mesmo objeto. Um exemplo recorrentemente referido por Holton é o postulado da constância da velocidade da luz, apresentado por Einstein ao arrepio da física do seu tempo, assente no thema da constância, um dos themata conceptuais a seu ver mais importantes no pensamento einsteiniano.

Estamos, pois, perante uma pluralidade dos themata. Quanto ao objeto a que se reportam, os themata podem ser metafísicos ou estéticos. Quanto ao conhecimento do objeto, os themata podem ser lógicos, epistemológicos e também estéticos.

5. o que os themata não são

Depois de termos refletido sobre *o que os themata são*, vejamos agora *o que os themata não são*, um problema que foi apenas esboçado por Holton mas que (veremos) merece ser trabalhado.

⁹⁹ Recorde-se o caso da disputa thematica protagonizada por Schrödinger e Heisenberg, já atrás referida. Cf. Holton, Gerald (1975), pp. 132-133.

Holton teve desde sempre a preocupação de alertar para a possível confusão entre a dimensão *thematica* da atividade científica e diversas outras entidades que, podendo em alguns aspetos assemelhar-se aos *themata*, são, contudo, de natureza e de funcionamento distintos e como tal devem ser consideradas.

Holton dá mesmo um conjunto de pistas para esta análise do que os *themata* não são.

Em *Thematic Origins of Scientific Thought*, Holton escreve:

(...) a análise *thematica*, resultante de um estudo empírico do trabalho científico atual, não é uma ideologia, uma escola de metafísica, um argumento para a irracionalidade, um ataque à indiscutível eficácia dos dados empíricos e da experimentação ou um meio de ensinar os cientistas a fazer melhor o seu trabalho. Nem é uma matriz teórica para acomodar certas noções como paradigmas ou programas de investigação.¹⁰⁰

Também não é preciso ir mais além e associar os *themata* a alguma das seguintes conceções: imagens ou arquétipos platónicos, keplerianos ou jungianos; mitos (no sentido não pejorativo, tão raramente usado na língua inglesa); conhecimento a priori sintético; apreensão intuitiva ou “razão” de Galileu; uma filosofia da ciência realista ou absolutista, ou qualquer filosofia da ciência. Mostrar se alguma dessas associações existirá ou não é tarefa para mais tarde.¹⁰¹

Estamos perante uma proposta de análise negativa muito elaborada. Holton enumera aqui diversas possíveis associações entre *themata* e outras entidades de natureza filosófica, psicológica, epistemológica ou mitológica, remetendo para mais tarde a demonstração da existência ou não destas associações.

Independentemente dessa demonstração, que, como veremos, acabará por nunca ser realmente desenvolvida por Holton, é de notar que a simples enumeração destas possibilidades associativas sugere que os *themata* devem ser pensados na sua articulação conceptual com outras entidades. Mas, posteriormente, as sucessivas referências de Holton a eventuais associações entre *themata* e outras entidades conceptuais viriam a revelar uma insistente preocupação em distinguir (por vezes

¹⁰⁰ Ibid., nota 9, p. 44.

¹⁰¹ Ibid., p. 60.

mesmo, em opor) ao invés de associar (e, muito menos, confundir) os themata com essas outras entidades. Vejamos.

Em 1975, no artigo da *Science*, Holton retomou a questão, introduzindo distinções não referidas anteriormente:

Há sempre o perigo de confundir a análise thematica com alguma outra coisa: com arquétipos jungianos, com metafísica, com paradigmas e com visões do mundo.¹⁰²

Logo a seguir a esta curta afirmação, e ao contrário do que acontecera em *Thematic Origins*, Holton esboçou pela primeira vez uma articulação, mas uma articulação também muito curta, colocada entre parênteses, entre themata e paradigmas e entre themata e visões do mundo:

(Até pode ser que os dois últimos [paradigmas e visões do mundo] contenham elementos de themata. Mas as diferenças sobrepõem-se fortemente. Por exemplo, as oposições thematicas persistem durante a “ciência normal” e os themata persistem ao longo dos períodos revolucionários. Em muito maior grau do que acontece nos paradigmas e nas visões do mundo, as decisões thematicas parecem provir do indivíduo, mais do que do ambiente social.)¹⁰³

Em 1978 e 1998, Holton reiterou o que havia dito no artigo da *Science*, repetindo-o praticamente *ipsis verbis* em *The Scientific Imagination*¹⁰⁴. Em 2005, acrescentou alguns elementos e algumas linhas de texto (embora não muitas) sobre as confusões a que os themata podem estar (ou estão mesmo) sujeitos.

A primeira confusão possível não tinha sido ainda referida por Holton em textos anteriores:

Finalmente, uma palavra acerca de outros conceitos que ocasionalmente são confundidos com proposições thematicas. Um é o de metáforas e noções relacionadas tais como modelos mentais, quadros e esquemas. A imaginação metafórica é uma ativa componente da ciência, ao lado de outras como a visual e a thematica (...). Mas tal como indicado precisamente na sua definição grega original, a metáfora, ao contrário dos themata, serve a tradicional função de estabelecer conexões conceptuais entre

¹⁰² Holton, Gerald (1975a), p. 333. A expressão «visões do mundo» é a tradução de «world views».

¹⁰³ Ibid., p. 333.

¹⁰⁴ Cf. Holton, Gerald (1998), pp. 23-24.

similaridades selecionadas; além disso, e em princípio, as metáforas são em número infinito.¹⁰⁵

Logo de seguida, Holton retoma uma das possíveis confusões identificadas desde o artigo na *Science*: a confusão com os paradigmas kuhnianos. E desta vez escreve um pouco mais para explicar as diferenças:

Como se assinalou, outra potencial confusão com os themata envolve o conceito de “paradigma”. Mas este último, tal como é normalmente apresentado, refere-se principalmente a um fenómeno social na profissão científica; geralmente, o “paradigma” não se torna completamente paradigma até se autenticar pela suposta aceitação generalizada de uma matriz de pensamento particular. Mais cedo ou mais tarde, contudo, o seu tempo esgota-se e outro de um número potencialmente infinito de paradigmas alcança o domínio, até ser por sua vez afastado em algum desenvolvimento revolucionário descontínuo. (Ao invés do que é tomado como um dos maiores argumentos a favor da teoria dos paradigmas, o presumido carácter revolucionário da Teoria da Relatividade, Einstein sempre rejeitou ser chamado de cientista revolucionário.) Pelo contrário, um thema encontra-se no trabalho individual, como parte de um espectro de themata que talvez ninguém mais tenha aceite *in toto*; note-se também que os themata são em número finito e geralmente de longa duração, acentuando assim a longevidade e a natureza evolutiva do avanço científico.¹⁰⁶

No mesmo texto, mas algumas páginas antes, Holton defende um modelo explicativo do progresso científico em que os themata desempenham um papel relevante e também aqui expõe algumas diferenças relativamente ao modelo kuhniano dos paradigmas:

A diversidade nos espectros de themata em que se apoiam os indivíduos num certa época e a sobreposição destes conjuntos de themata (...) constituem uma fórmula que responde à questão de saber porque é que a preocupação com a eventual obtenção de, por exemplo, uma imagem unificada do mundo não conduziu a ciência a um desastre totalizador (...), nem a uma dispersão anárquica dos esforços da comunidade, nem a um

¹⁰⁵ Holton, Gerald (2005), p. 148.

¹⁰⁶ Ibid., pp. 148-149.

“andar às cegas” sem progresso, como a teoria do paradigma da ciência sustenta pelo menos inicialmente. (...)

Mais: cada uma das diversas (...) imagens do mundo que guiam os cientistas num certo período não é uma entidade sem emendas e indecomponível. Nem é completamente partilhada mesmo dentro de um certo subgrupo (em ambos os aspetos, mais uma vez, ao contrário de um “paradigma”). (...) Além disso, a maior parte das correntes *thematicas* de um certo período não são cunhadas de novo, mas adaptadas de versões da imagem do mundo antecessoras, tal como muitas delas serão posteriormente incorporadas em versões subsequentes que delas evoluirão.

Com este modelo do papel desempenhado pelas componentes *thematicas* no avanço da ciência, podemos compreender porque é que os cientistas não precisam de se apoiar substancialmente no mesmo conjunto de crenças (...), para ainda assim contribuírem para o aperfeiçoamento cumulativo e geralmente evolutivo do estado da ciência.¹⁰⁷

Holton não esconde, pois, a sua grande discordância com Kuhn, esforçando-se por assinalar diversas diferenças entre *themata* e paradigmas. Curiosamente, neste seu esforço, Holton acaba por associar os *themata* a «imagens do mundo» (*world pictures*), o que, salvaguardando eventuais diferenças implicadas na escolha das palavras (*visão* ou *imagem*), revela alguma incoerência com a anterior preocupação em distinguir *themata* de «visões do mundo» (*world views*).

Ainda a propósito de Kuhn, nomeadamente quanto à incomensurabilidade dos paradigmas, Holton insiste nas diferenças:

As adições [de novos *themata*] – como a introdução da noção *thematica* de complementaridade na década de 1920 – são raras. É certo que um conceito científico como “átomo” mudou repetidas vezes, de Demócrito até hoje. Mas o que não mudou é o conceito *thematico* de discreto subjacente ao atomismo, conceito que se expressa da mesma forma na noção sempre em mudança de “átomo”. Aqui, numa palavra, reside

¹⁰⁷ Ibid., p. 145. A expressão «imagens do mundo» é a tradução de «world pictures».

uma das razões pelas quais não estou convencido com a teoria da “incomensurabilidade” das teorias.¹⁰⁸

Quanto a Platão e Jung, são reincidentes os alertas de Holton para as necessárias distinções, acrescentando-se agora uma justificação:

Talvez não seja preciso reforçar aqui a ideia de que é inapropriado associar os themata aos arquétipos platónicos ou jungianos, quanto mais não seja porque, ao contrário da análise thematica, estes não resultam de um estudo empírico.¹⁰⁹

A grande novidade, no meio desta enumeração de associações a evitar ou, pelo menos, a exigir cuidado, é que Holton reconhece uma proximidade entre themata e *estilos de investigação*:

Contudo, talvez haja uma ligação entre *estilos de investigação* individuais e a adoção de um conjunto particular de themata. Assim, Kurt Lewin identificou um modo aristotélico de pensamento individual versus um modo galilaico e mostrou a persistência de ambos no trabalho científico contemporâneo. A. C. Crombie (in *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, London: Duckworth, 1994) tem análogos e interessantes estudos de caso sobre seis estilos (postulativo, experimental, hipotético, taxonómico, probabilístico e estatístico, histórico ou genético).¹¹⁰

Deve ressaltar-se que, como já víamos atrás, Holton já refletira sobre associações entre themata e estilos de investigação, nomeadamente no capítulo 3 de *Thematic Origins of Scientific Thought*, intitulado «Thematic and stylistic interdependence». Mas agora retoma a questão sugerindo o confronto com dois autores (Lewin e Crombie) cujas obras são posteriores a 1973.

¹⁰⁸ Ibid., p. 143.

¹⁰⁹ Ibid., p. 149.

¹¹⁰ Ibid., p. 149.

Logo a seguir na lista de distinções a fazer, um novo alerta, desta vez para distinguir os themata das categorias kantianas, que, segundo Holton, podem ser objetos da mais óbvia confusão com os themata:

Entre os conceitos que podem ser confundidos com themata, o mais óbvio é o que Immanuel Kant, na linha de Aristóteles, chamou “Categorias”. Exemplos dados na sua Crítica da Razão Pura envolvem unidade/pluralidade/totalidade; possibilidade/impossibilidade; existência/não existência; necessidade/contingência. Para além de outras diferenças óbvias, as “Categorias” de Kant eram, como insistiu, para ser aceites como “conceitos puros do entendimento que se aplicam *a priori* a objetos da intuição em geral”.¹¹¹

Holton recorre a Einstein, o seu génio de eleição, para distinguir os seus themata das categorias de Kant:

Einstein concordou que a mente utiliza algo que pode ser chamado categorias ou esquemas de pensamento, com vista a “encontrar o nosso caminho no mundo das sensações imediatas”. Via-as como pressupostos para todo o tipo de pensamento acerca do mundo físico, e afirmou concisamente que “pensar sem pressupor categorias e conceitos em geral seria tão impossível como respirar no vácuo”. Mas Einstein também insistiu numa diferença essencial que mostra que estas categorias não são conceitos kantianos, mas são em vez disso bastante próximas das proposições thematicas: insistiu que as suas categorias não são inalteráveis *a priori*, condicionadas pela própria natureza da nossa mente; antes resultam e estão sujeitas à mudança da livre imaginação, e são “convenções livres”, apenas justificadas pela sua utilidade. A seleção de “‘categorias’ ou esquemas de pensamento... é-nos em princípio inteiramente aberta, e a sua aptidão pode apenas ser julgada pelo grau com que o seu uso contribui para tornar a totalidade do conteúdo da consciência ‘inteligível’”. Além disso, longe de terem petrificado numa postura *a priori*, alguns cientistas mudaram dramaticamente as suas fidelidades thematicas. (Por exemplo, Planck passou de admirador a opositor de Mach e Wilhelm Ostwald começou por rejeitar mas depois aceitou o atomismo em química.)¹¹²

¹¹¹ Ibid., p. 149.

¹¹² Ibid., pp. 149-150.

Quanto à metafísica, já referida na introdução de *Thematic Origins of Scientific Thought* e no artigo da *Science* em 1975, Holton insiste em demarcá-la da análise thematica, afirmando novamente que esta última não deve ser tomada como «uma escola de metafísica», assim como não deve ser confundida com ideologia ou argumento a favor da irracionalidade, nem com ataque à eficácia observacional e experimental da ciência, nem com qualquer lição para cientistas:

(...) a análise thematica, resultante de um estudo empírico do trabalho científico atual, não é uma ideologia, uma escola de metafísica, um argumento para a irracionalidade, um ataque à indiscutível eficácia dos dados empíricos e da experimentação ou um meio de ensinar os cientistas a fazer melhor o seu trabalho.¹¹³

Toda esta sequência de afirmações, produzidas em diferentes momentos ao longo de três décadas de pensamento, revela que Holton sempre reconheceu que os themata se apresentam com proximidades e diferenças, algumas que o próprio considera óbvias, relativamente a entidades muito diversas. Contudo, preocupado em distinguir os seus themata dessas outras entidades, Holton não expressou mais do que algumas intuições e não apresentou mais do que alguns pequenos esboços de delimitação dos themata.

Como vimos, há casos em que Holton apenas defende a distinção, sem nunca apresentar uma justificação. Noutros casos, a justificação apresentada é muito curta, sem convincente fundamentação. Noutros, a justificação é menos curta mas, ainda assim, a pedir algum desenvolvimento. Pelo que a promessa dos anos de 1970, «mostrar se alguma dessas associações existirá ou não é tarefa para mais tarde»¹¹⁴, é ainda uma promessa por cumprir, pelo menos em toda a sua plenitude.

Ora, os themata conseguirão uma definição tanto mais rigorosa quanto mais precisa for a sua delimitação, talhada por referência a entidades que, intuitivamente, parecem ser próximas. É, pois, plenamente justificável que se tente desenvolver as intuições e os esboços de Holton, averiguando como e em que medida o thema se assemelha ou, pelo

¹¹³ Ibid., p. 143. Já víamos esta afirmação anteriormente – trata-se, *ipsis verbis*, da nota 9 da introdução de *Thematic Origins of Scientific Thought*. Holton repete inúmeras vezes certas frases e expressões ao longo dos seus escritos. Este é apenas um caso.

¹¹⁴ Holton, Gerald (1975), p. 60.

contrário, se distingue de outros conceitos. Para isso, convém convocar conceitos que, de alguma forma, vão ao encontro das principais características que a análise do corpus textual de Holton permitiu identificar na natureza dos themata, independentemente de terem ou não sido referidos pelo nosso autor. Conceitos como o paradigma de Kuhn e o arquétipo de Jung, assinalados por Holton, correspondem bem a este critério. Mas, além destes dois, outros três conceitos, nunca referidos por Holton, parecem igualmente muito interessantes, deste ponto de vista, para um estudo comparativo: o obstáculo epistemológico de Bachelard, a episteme de Foucault e a *Pathosformel* de Warburg. Na verdade, todos estes cinco conceitos se aproximam dos themata, e cada um à sua maneira: o paradigma especialmente pela sua dimensão coletiva, de partilha; o arquétipo, pela sua universalidade e intemporalidade, assim como pela profunda ligação do individual ao coletivo; o obstáculo epistemológico, pela sua dimensão subjetiva; a episteme, pela sua transversalidade disciplinar epocal; a *Pathosformel*, pela sua longa persistência histórica, cíclica, e pela sua grande universalidade epocal, disciplinar e cultural. Todos estes cinco conceitos (alguns com metodologias de análise associadas, como o obstáculo epistemológico e a episteme), foram propostos no século XX, tal como aconteceu com o conceito de thema e com a análise thematica, o que lhes acrescenta uma interessante nota de contemporaneidade e atualidade.

Mas, antes desse estudo comparativo, outra tarefa se impõe: procurar organizar taxonomicamente os themata identificados por Holton, indo ao encontro do velho desafio lançado por Robert Merton.

I.2. Lista e classificação dos themata

Já vimos que Holton nunca apresentou os themata de forma sistemática, nem sequer ofereceu uma lista completa dos mesmos. Compreende-se, por isso, que nunca tenha dito com rigor quantos themata identificou, tendo-se referido a quantificações aproximadas como «menos de 50 pares ou tríades»¹¹⁵, «cerca de 50 singuletos e dupletos e ocasionais tripletos (...), [suspeitando de um] total de menos de 100»¹¹⁶ e «talvez da ordem da centena»¹¹⁷.

Elaborar uma lista completa, e apresentá-la como índice de consulta, seria já uma tarefa importante, na medida em que, por um lado, colocaria alguma ordem na nomeação dos themata apresentados por Holton de forma muito dispersa (nos seus estudos de caso ou a ilustrar pontualmente, com exemplos aqui e ali, as suas apresentações sobre análise thematica), e, por outro lado, permitiria saber com precisão quantos themata foram por si identificados.

Mas faríamos pouco se nos ficássemos por esse simples levantamento, ainda que completo. O alcance de uma tal lista será significativamente ampliado se a mesma servir de base a uma classificação, como sugeriu Merton¹¹⁸. Ou seja: interessa construir uma lista, sim, mas uma lista classificativa, cujas categorias permitam uma definição mais precisa de cada thema (capaz de revelar as suas especificidades perante os restantes), assim como, e não menos importante, uma melhor identificação e compreensão de possíveis relações entre diferentes themata. É isso que aqui me proponho fazer.

Para iniciar a tarefa, segui a sugestão de Holton: partir dos índices dos seus livros, nomeadamente dos conteúdos indexados sob as designações *thema* e *themata*¹¹⁹. Cedo verifiquei, contudo, que este pequeno espectro de análise teria de ser bastante alargado, obrigando a uma busca mais árdua e minuciosa ao longo dos diversos textos do autor, onde os themata, dispersos, são por vezes objeto de análise aturada mas onde,

¹¹⁵ Holton, Gerald (1975), p. 29.

¹¹⁶ Holton, Gerald (1975a), p. 331.

¹¹⁷ Holton, Gerald (2005), p. 143.

¹¹⁸ Cf. Merton, Robert K. (1975), p. 336.

¹¹⁹ Cf. Holton, Gerald (2005), p. 143.

outras vezes, são simplesmente nomeados de forma fugaz e com algumas imprecisões ou pequenas variações enunciativas de texto para texto (ou mesmo dentro do mesmo texto), exigindo, em certos casos, uma hermenêutica que confronta diferentes referências ao mesmo thema.

Depois de identificados os themata, importava então classificá-los. Para isso, recorri, em primeiro lugar, às classificações de Holton – quanto às utilizações: thema conceptual, thema metodológico e thema proposicional; e quanto à forma como funcionam: singuletos, dupletos (pares, díades) e tripletos (tríades). Em segundo lugar, acrescentei a classificação, já atrás sugerida, quanto à natureza plural dos themata: natureza metafísica, estética, lógica ou epistemológica.

Em conformidade com isto, a lista que proponho está organizada por tipo de utilização thematica (conceptual, metodológica ou proposicional) e, dentro de cada tipo de utilização, por ordem alfabética, explicitando, na categoria que designo por integração funcional, os dupletos ou tripletos em que cada thema participa (nos casos em que tal acontece) e, na categoria que designo por natureza, se o thema é metafísico, estético, lógico ou epistemológico.

Importa, antes de apresentar a lista, fazer ainda algumas observações:

- Para a elaboração da lista, identifiquei, em primeiro lugar, os themata que Holton designou explicitamente como tal (ainda que nem sempre de forma muito precisa, mesmo a nível linguístico). Em segundo lugar, procurei themata que Holton não designou explicitamente como tal mas que devem ser assim reconhecidos, por clara oposição a alguns themata explicitados. Estão nesta situação conceitos como *ação por contacto (ação mecânica)*, *causalidade mecânica (eficiente)*, *contingência*, *desarmonia*, *geocentrismo*, *imperfeição*, *heterogeneidade*, *anisotropia*, *não uniformidade*, *natureza auto-suficiente e relativo*, por oposição, respetivamente, a *ação à distância*, *causalidade final*, *necessidade*, *harmonia*, *heliocentrismo*, *perfeição*, *homogeneidade*, *isotropia*, *uniformidade*, *natureza teologicamente dependente e absoluto*, themata apresentados por Holton sem associação aos respetivos opostos, pelo menos de forma explícita. Alguns destes opostos aparecem claramente nos textos de Holton, embora sem designação explícita como themata – é o caso do *geocentrismo* e da *contingência*,

destronados pelo *heliocentrismo* e pela *estética da necessidade*¹²⁰ de Copérnico e é também o caso da *ação por contacto*, como recusa de qualquer *ação à distância*, por uma suposta transmissão mecânica via éter ou por movimento e interação de partículas. Outros opostos aparecem de forma mais subtil ou mesmo só de forma implícita. Notemos, contudo, que, como são poucos casos, os themata explicitados por Holton constituem, na verdade, a quase totalidade da lista.

- A maior parte das designações dos themata apresentadas na lista é fiel à terminologia de Holton, ou seja, corresponde às designações atribuídas pelo autor aos themata que identificou. Apenas nalguns casos optei por sugerir outras designações, por razões de clareza ou de síntese. É, por exemplo, o caso do termo *atomismo*, que Holton utiliza muito frequentemente com triplo sentido: como expressão do thema conceptual *descontínuo* (ou *discreto*), como thema proposicional e como sinónimo de *materialismo* (ideia de que a matéria é mais fundamental do que as forças, por oposição a *dinamismo*, que considera as forças mais fundamentais do que a matéria). Para o primeiro sentido, optei pelo termo *atomicidade* (também por vezes utilizado por Holton), para o segundo mantive o termo *atomismo* e para o terceiro optei por *materialismo*. Outro exemplo é também o caso da expressão *natureza teologicamente dependente*¹²¹, que aqui sugiro para integrar sob a mesma designação as crenças que durante séculos os cientistas tiveram em diversas formas de dependência teológica do mundo natural, algumas explicitadas por Holton (*mundo governado por Deus do centro do Seu templo, mundo como dádiva de Deus, mundo como expressão de Deus, mundo penetrado por Deus, interpenetração mundo físico - mundo teológico*).

- As classificações quanto à natureza dos themata são, na sua quase totalidade, da minha responsabilidade, uma vez que, neste aspeto, Holton apenas se refere ao carácter estético e ao carácter metafísico de alguns poucos themata. Na verdade, a sua atenção classificativa dirige-se quase exclusivamente ao carácter conceptual, metodológico ou proposicional e ao funcionamento em singuleto, duplete ou triplete.

¹²⁰ Cf. Holton, Gerald (1998a), pp. 75-76.

¹²¹ E, consequentemente, também a expressão antitética *natureza autossuficiente*, que pretende traduzir um mundo natural com ontologia e metafísica inteiramente naturais, ou seja, uma realidade física absolutamente independente e desligada de qualquer possível realidade teológica.

Posto isto, vejamos então a lista.

**Tabela 1 – Lista classificativa dos themata presentes nas ciências físicas
ao longo da sua história**

Utilização			integração funcional			natureza			
	Thema		Singuleto	Duplete	tripleto	metafísica	Estética	lógica	epistemológica
Themata conceptuais	1	Absoluto – espaço e tempo absolutos, simultaneidade absoluta		X Absoluto/Relativo		X			
	2	Ação à distância		X Ação à distância / Ação por contacto		X			
	3	Ação por contacto (ação mecânica)		X Ação à distância / Ação por contacto		X			
	4	Assimetria		X Simetria/Assimetria		X	X		
	5	Caos (desordem, desarranjo, desintegração, violência)		X Ordem / Caos (desordem, desarranjo, desintegração, violência)		X			
	6	Catastrofismo			X Invariância/Evolução/ Catastrofismo	X			

7	Causalidade		X Causalidade (determinismo) / Probabilismo (indeterminismo); Causalidade mecânica (eficiente) / Causalidade final (Teleologia)		X		X	
8	Certeza		X Certeza/Incerteza		X			
9	Ciclo vital		X Ciclo vital / Existência contínua		X			
10	Complementari- dade	X			X			
11	Complexidade		X Simplicidade/ Complexidade	X Unificação / Multiplicidade (variedade, complexidade) / Decomposição	X			
12	Conservação			X Dissipação, aumento de desordem / Conservação / Progresso, aumento de complexidade	X			
13	Constância (invariância)		X Constância (invariância) / Mudança (variância)	X Invariância/Evolução/ Catastrofismo	X			
14	Construído		X Elementar/Construído	X Elementar/Construído/ Contínuo	X			
15	Contingência		X Necessidade/ Contingência					
16	Contínuo		X Contínuo/Descontínuo		X			
17	Correspondência (antropomórfica) micro- macrocosmos	X			X			
18	Desarmonia, desarranjo		X Harmonia/ Desarmonia		X	X		

19	Descontínuo (carácter discreto, atomicidade)		X Contínuo/Descontínuo		X			
20	Dinamismo		X Materialismo/ Dinamismo		X			
21	Dissipação, aumento de desordem			X Dissipação, aumento de desordem / Conservação / Progresso, aumento de complexidade	X			
22	Elementar		X Elementar/Construído	X Elementar/Construído/ Contínuo	X			
23	Estado estacionário			X Evolução / Estado estacionário / Invólução	X			
24	Evolução			X Evolução / Estado estacionário / Invólução ; Invariância/Evolução/ Catastrofismo	X			
25	Existência contínua		X Ciclo vital / Existência contínua		X			
26	Finitude, limitado		X Finitude/Infinitude		X			
27	Geocentrismo		X Geocentrismo/ Heliocentrismo		X			
28	Geometria dos objectos como fundamento do seu comportamento	X			X			
29	Harmonia		X Harmonia/ Desarmonia		X	X		
30	Heterogeneidade		X Homogeneidade/ Heterogeneidade		X			

31	Hierarquia (níveis hierárquicos)		X Unidade/Hierarquia		X			
32	Homogeneidade		X Homogeneidade/ Heterogeneidade		X			
33	Imperfeição		X Perfeição/Imperfeição		X	X		
34	Incerteza, acaso		X Certeza/Incerteza		X			
35	Infinitude		X Finitude/Infinitude		X			
36	Inisotropia		X Isotropia/Inisotropia		X			
37	Involução			X Evolução / Estado estacionário / Involução	X			
38	Irregularidade		X Regularidade/ Irregularidade		X			
39	Isotropia		X Isotropia/Inisotropia		X			
40	Materialismo		X Materialismo/ Dinamismo		X			
41	Mudança (variância)		X Constância (invariância) / Mudança (variância)	X	X			
42	Multiplicidade (variedade)		X Unidade/ Multiplicidade	X Unificação / Multiplicidade (variedade, complexidade) / Decomposição	X			
43	Não uniformidade		X Uniformidade / Não uniformidade		X			
44	Natureza como realidade matemática	X			X			

45	Natureza autossuficiente		X Natureza teologicamente dependente (criada, ordenada, penetrada e supervisionada) / Natureza autossuficiente		X			
46	Natureza teologicamente dependente (criada, ordenada, penetrada e supervisionada)		X Natureza teologicamente dependente (criada, ordenada, penetrada e supervisionada) / Natureza autossuficiente		X			
47	Necessidade		X Necessidade/ Contingência		X	X		
48	Ordem		X Ordem / Caos (desordem, desarranjo, desintegração, violência)		X			
49	Organicismo		Organicismo/ Mecanicismo		X			
50	Perfeição		X Perfeição/Imperfeição		X	X		
51	Pleno		X Pleno/Vazio		X			
52	Primazia da circunferência	X			X	X		
53	Princípio ativo ou potente (força)		X Princípio ativo (potente) / Princípio passivo (persistente) ; Força/Inércia		X			
54	Princípio passivo ou persistente (inércia)		X Princípio activo (potente) / Princípio passivo (persistente) ; Força/Inércia		X			

55	Princípios inerentes	X			X			
56	Probabilismo (indeterminismo)		X Causalidade (determinismo) / Probabilismo (indeterminismo)		X		X	
57	Progresso, aumento de complexidade			X Dissipação, aumento de desordem / Conservação / Progresso, aumento de complexidade	X			
58	Quiralidade		X Simetria/Simetria		X			
59	Regularidade		X Regularidade/ Irregularidade		X			
60	Relativo		X Absoluto/Relativo		X			
61	Simetria		X Simetria/Assimetria		X	X		
62	Simplicidade		X Simplicidade/ Complexidade		X	X		
63	Teleologia		X Causalidade mecânica (eficiente) / Causalidade final (Teleologia)		X		X	
64	Unidade		X Unidade/ Multiplicidade ; Unidade/Hierarquia		X	X		
65	Uniformidade		X Uniformidade / Não uniformidade		X			
66	Universo como harmonia matemática	X	X Harmonia/ Desarmonia		X			
67	Universo como máquina física (com mecanismos ocultos)		X Organicismo/ Mecanicismo		X			

	68	Universo criado e real (com realidade ontológica objetiva e acessível)		X Universo criado e real / Universo ontologicamente agnóstico		X			
	69	Universo ontologicamente agnóstico (sem realidade ontológica objetiva ou acessível)		X Universo criado e real / Universo ontologicamente agnóstico		X			
	70	Vazio		X Pleno/Vazio		X			
Themata metodológicos	71	Análise		X Análise/Síntese				X	X
	72	Aplicabilidade cosmológica das leis (universalidade espaço-temporal)	X						X
	73	Caos explicado pela Ordem subjacente; Incerteza explicada pela Certeza subjacente; Irregular explicado pela Complexidade de elementos Simples e Regulares subjacentes		X Caos explicado pela Ordem subjacente; Incerteza explicada pela Certeza subjacente; Irregular explicado pela Complexidade de elementos Simples e Regulares subjacentes / Ordem explicada pelo Caos subjacente; Certeza explicada pela Incerteza subjacente; Regularidade e Simplicidade explicadas por Irregularidade e Complexidade subjacentes					X

74	Cognoscibilidade ilimitada da natureza (possibilidades ilimitadas de <i>fazer</i> ciência)		X Cognoscibilidade ilimitada da natureza / Unificação (unidade e singularidade do conhecimento natural)				X
75	Corpos platônicos (para explicação das distâncias entre planetas)	X					X
76	Decomposição			X Unificação / Multiplicidade (variedade, complexidade) / Decomposição			X X
77	Diferenciação		X Diferenciação/ Integração				X X
78	Exaustividade (totalização; plenitude; caráter completo das teorias)	X					X
79	Experiência		X Experiência / Formalismo simbólico				X
80	Formalismo simbólico		X Experiência / Formalismo simbólico				X
81	<i>Hypotheses fingo</i> (formulação e uso de hipóteses sem prévia sustentação observacional ou teórica)	X					X
82	Holismo		X Holismo/ Reducionismo				X X
83	Integração		X Diferenciação/ Integração				X X
84	Leis expressas em termos de constância	X					X

85	Leis expressas em termos de extremos	X						X
86	Leis expressas em termos de impossibilidade (<i>impotency</i> – “é impossível que...”)	X						X
87	Modelos	X						X
88	Modelos antropomórficos (uso de metáforas como ciclo vital, violência e outras)		X Modelos mecânicos / Modelos teleológicos ou antropomórficos					X
89	Modelos matemáticos (incluindo geométricos), quantificação			X Modelos mecânicos / Modelos materialistas- atomistas / Modelos matemáticos, quantificação				X
90	Modelos materialistas- atomistas			X Modelos mecânicos / Modelos materialistas- atomistas / Modelos matemáticos, quantificação				X
91	Modelos mecânicos		X Modelos mecânicos / Modelos teleológicos ou antropomórficos	X Modelos mecânicos / Modelos materialistas- atomistas / Modelos matemáticos, quantificação				X
92	Modelos teleológicos		X Modelos mecânicos / Modelos teleológicos ou antropomórficos				X	X

	93	Ordem explicada pelo Caos subjacente, Certeza explicada pela Incerteza subjacente, Regularidade e Simplicidade explicadas pela Irregularidade e Complexidade subjacentes		X Caos explicado pela Ordem subjacente, Incerteza explicada pela Certeza subjacente, Irregular explicado pela Complexidade de elementos Simples e Regulares subjacentes / Ordem explicada pelo Caos subjacente, Certeza explicada pela Incerteza subjacente, Regularidade e Simplicidade explicadas por Irregularidade e Complexidade subjacentes					X
	94	Ordenação taxonómica da multiplicidade ou do caos (categorias, níveis, famílias, hierarquias e espectros)	X						X
	95	Parcimónia lógica	X				X	X	X
	96	Projeção antropomórfica (projeção no universo de imagens conceptuais originárias da realidade humana)		X Projeção/ Retroprojeção					X
	97	Quantificação com números inteiros, quantização	X						X
	98	Reduccionismo		X Holismo/ Reduccionismo				X	X

	99	Regras de Raciocínio (<i>Regulae Philosophandi</i>)	X					X	X
	100	Retroprojeção antropomórfica (retroprojeção da interpretação antropomórfica do universo na realidade humana)		X Projeção/ Retroprojeção					X
	101	Síntese		X Análise/Síntese				X	X
	102	Unificação (busca de unidade, rumo a uma singularidade final e perfeita do conhecimento natural)		X Cognoscibilidade ilimitada da natureza / Unificação (unidade e singularidade do conhecimento natural)	X Unificação / Multiplicidade (variedade, complexidade) / Decomposição		X		X
Themata proposicionais	103	Atomismo (forma de Descontínuo)		X Contínuo/Descontínuo		X			
	104	Constância (massa, energia...)		X Constância (invariância) / Mudança (variância)		X			
	105	Heliocentrismo		X Geocentrismo/ Heliocentrismo		X			
	106	Imobilidade do centro do mundo		X Constância (invariância) / Mudança (variância)		X			
	107	Papel ordenador dos números inteiros	X			X			
	108	Postulado da relatividade restrita - Princípio da Relatividade		X Constância (invariância) / Mudança (variância)		X			

	109	Postulado da relatividade restrita - Constância da velocidade da luz		X Constância (invariância) / Mudança (variância)		X			
	110	Transformabilidade de de qualidades (físicas)		X Constância (invariância) / Mudança (variância)		X			

Na sua maior parte (70 em 110), os themata da lista são conceptuais, seguidos pelos metodológicos (32 em 110); os themata proposicionais (apenas 8 em 110) são em número quase residual. Se recordarmos que 11 destes themata não foram explicitados como tal nos textos de Holton e que cinco dos por ele explicitados foram por mim aglutinados num só (thema da *natureza teologicamente dependente*), reconhecemos que as suas estimativas, que apontavam para a ordem da centena, estavam certas.

Há 20 singuletos, 40 dupletos e 6 tripletos. É de notar que alguns themata participam quer em dupletos quer em tripletos e outros em mais do que um duplete ou triplete. É de notar também que os dupletos e tripletos apresentados podem não ser os únicos possíveis, como Holton alerta, a propósito do triplete *modelos mecânicos / modelos materialistas-atomistas / modelos matemáticos*¹²², o que sugere, para o mesmo thema, uma variedade de possíveis associações com outros themata.

Há dupletos e tripletos que, do ponto de vista da utilização dos seus themata constituintes, são heterogêneos. É o caso do par *geocentrismo/heliocentrismo*. É que o *heliocentrismo*, segundo Holton, é um thema proposicional, porque, na sua perspetiva, foi proposto e defendido por razões thematicas (a necessidade e a simplicidade) independentes de quaisquer fundamentos observacionais ou teóricos prévios¹²³, mas o mesmo não se passou com o *geocentrismo*, assente em observações e interpretações intuitivas de movimentos celestes à volta da Terra que só muito depois se descobriu serem apenas aparentes. Temos, assim, um par constituído por um thema conceptual (o *geocentrismo*) e por um thema proposicional (o *heliocentrismo*). Outro caso de

¹²² Cf. Holton, Gerald e Brush, Stephen G. (2005a), p. 523.

¹²³ Cf. Holton, Gerald (1975), p. 99.

heterogeneidade é o triplete *unificação / multiplicidade (variedade, complexidade) / decomposição*, que junta dois themata metodológicos (*unificação e decomposição*) a um thema conceptual (*multiplicidade*). Ou seja: os dupletos e os tripletos podem ser homogêneos ou heterogêneos, consoante sejam constituídos por uma ou mais utilizações thematicas.

Uma questão que se nos coloca incontornavelmente é a da completude da lista, ou seja, a de sabermos se nas ciências físicas haverá themata que não foram explícita ou implicitamente identificados por Holton e que, por isso, não constam da lista. Ora, só uma aplicação exaustiva da análise thematica a tudo o que aconteceu até hoje nas ciências físicas, “passando a pente fino” as obras de todos os cientistas que ao longo dos séculos contribuíram para as mesmas, poderia responder sem sombra de dúvida àquela questão.

Como historiador da ciência e como primeiro praticante da “sua” análise thematica, Holton estudou as ideias físicas, astronómicas e cosmológicas mais influentes de sempre e há, por isso, boas razões para acreditar que, se não são todos, estes themata são talvez quase todos ou, pelo menos, os mais influentes na história das ciências físicas. Por outro lado, a grande recorrência dos themata identificados, manifestando-se muitos deles repetidamente em obras de numerosos cientistas e de épocas muito diversas, é também um bom indício de que, no eixo thematico, o desenvolvimento das ciências físicas tem decorrido em torno destes themata.

Recordemos, em contrapartida, que o aparecimento de um novo thema numa área disciplinar é um acontecimento raro mas não impossível. Por exemplo, alguns themata só chegaram à física no séc. XX, como a *complementaridade*. Assim sendo, é perfeitamente plausível que haja themata que ainda não se manifestaram nesta área científica mas que já existam noutras áreas (científicas ou não) e que no futuro possam vir a desempenhar algum papel no âmbito da física.

Mais: sempre que um cientista formule, defenda e utilize uma hipótese sem dispor de suficientes observações ou fundamentos teóricos que a sustentem, estará a criar um novo thema proposicional, o que significa que há, portanto, inúmeras possibilidades para este tipo de themata.

Por outro lado, há um thema, a *diferenciação*, que pode originar, por dicotomia, numerosos pares thematicos. A propósito deste thema, Holton escreve:

O mais simples, frequente e poderoso caso de Diferenciação é (...) a *dicotomização*. (...) A lista de categorias dicotómicas é quase interminável em qualquer domínio. (...) Uma listagem ao acaso dos numerosos antitéticos correntemente utilizados poderia conter matéria/antimatéria, animado/inanimado, subjetivo/objetivo, observador/observado, ordem/caos, estrutura imutável de Parménides versus fluxo de Heráclito, a priori/a posteriori, um de dois/o outro, mais/menos, sim/não, indução/dedução, interno/externo, macro/micro, formal/funcional, clássico/romântico, sincrónico/diacrónico, (...), sagrado/vulgar, amigo/inimigo, bem/mal, como também cru/cozinhado, dia/noite, sol/lua (...).

(...) Também os grupos de themata-antithemata são normalmente dicotómicos (embora por vezes tricotómicos).¹²⁴

Esta última frase, associada aos exemplos de dicotomias apresentados, especialmente os que podemos reconhecer na nossa lista de themata, como ordem/caos e constância/mudança (Parménides versus Heráclito), mostram que a *diferenciação* é um thema capaz de operar sobre certos conceitos, dissociando-os em possibilidades antitéticas e criando, dessa forma, pares thematicos conceptuais.

É nesta linha que podemos entender o reconhecimento de certos pares thematicos por outros autores mas que não foram referidos por Holton. Por exemplo, o par *linearidade / não linearidade* (matemática) é, segundo certos estudos, um par thematico¹²⁵ das ciências físicas, mas o mesmo não se encontra na nossa lista porque nunca foi referido por Holton. Ora, aplicando dicotomicamente a *diferenciação* ao thema dos *modelos matemáticos*, podemos considerar que se trata de um par thematico interior a este thema (as equações que descrevem fenómenos físicos podem ser lineares ou não lineares). Ou seja: trata-se de um exemplo que mostra como, por dicotomização, um certo thema pode revelar-se um par thematico.

¹²⁴ Holton, Gerald (1998), pp. 148-149.

¹²⁵ É o caso do estudo de Carmen Gonçalves sobre o Grupo de Gravitação e Cosmologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Cf. Gonçalves, Carmen (1999).

Em sentido inverso, podemos igualmente reconhecer ao thema *integração* uma certa operatividade sobre os themata ao criar *sobreposição* de antíteses, numa intervenção que pode, segundo Holton, compensar certos limites da *diferenciação*:

A penetração da dicotomização como principal forma de Diferenciação ou análise (por vezes até ao ponto da opressão) consegue sossegar até falhar quando se vê que a dicotomização pode por vezes fazer pouca justiça à complexidade do caso. “Um de dois/o outro” pode não ser uma solução mas um novo problema, a ser resolvido por “ambos” (como em física moderna desde que a complementaridade foi introduzida), permitindo uma *sobreposição* de alternativas em vez de forçar a escolha entre elas.¹²⁶

Se a associarmos ao par onda/partícula, como forma do par contínuo/descontínuo, a *complementaridade* é apenas mais um thema, mas se a reconhecermos como *sobreposição de antíteses* que nada impede, em princípio, de ser aplicada a diversos pares thematicos conceptuais, então a complementaridade pode ser vista de uma forma mais abrangente. E poderiam vir a revelar-se outras complementaridades para além da complementaridade onda/partícula (ou contínuo/descontínuo), outras sobreposições de antíteses, o que expandiria a nossa lista.

Por tudo isto, a lista apresentada deve ser vista como bastante completa mas não como fechada.

Independentemente da sua completude, a lista expõe de forma clara certas relações de proximidade, e mesmo de filiação, entre alguns themata. Por exemplo, a *quantificação por números inteiros* (em que se inclui, por exemplo, a quantização em física quântica) é um caso particular de *quantificação*; os diversos tipos de modelos (*antropomórficos, matemáticos, materialistas, mecânicos, teleológicos*) são casos particulares de *modelos*; as diversas formas de exprimir leis da natureza são casos particulares de um só thema, o da *formulação de leis*.

Esta constatação vai ao encontro da percepção de Holton, que reconheceu haver themata mais fundamentais do que outros (ou themata fundamentais e outros que são reflexos

¹²⁶ Holton, Gerald (1998), p. 149.

ou manifestações destes). É nesse sentido que, a propósito do par *análise/síntese*, ao qual dedicou um capítulo inteiro na obra *The Scientific Imagination*¹²⁷, Holton escreveu:

Na verdade, a própria dicotomia *Análise e Síntese* reflete a existência de um par *thematico fundamental*. Algumas das suas manifestações aparecem sob nomes como numerosos (multiplicidade) e único; partes e todo; desagregação e agregação; reducionismo e holismo; desmembramento (dicotomização, categorização, redução, etc.) e unificação; fragmentação e totalidade; e por aí fora. A melhor caracterização terminológica para o par *Análise e Síntese* pode ser, contudo, a oposição *Diferenciação e Integração*.¹²⁸

Vemos, assim, que o par *diferenciação/integração* é um par *thematico* «fundamental» (ou «básico»¹²⁹) que pode assumir diversas formas, algumas das quais foram explicitadas por Holton como *themata* (*análise/síntese*; *reducionismo/holismo*; *decomposição/unificação...*) e que, por isso, constam da nossa lista. Ora, para além deste caso identificado por Holton, facilmente identificamos na nossa lista outros casos semelhantes, de que já vimos alguns exemplos.

Esta lógica de redução de alguns *themata* a outros mais fundamentais (ou de derivação de *themata* a partir destes) também se aplica aos *themata* conceptuais. Por exemplo, o par *elementar/construído* é um duplete que faz parte do singuleto *descontínuo* (ou *discreto*). Daí que, na lista, *elementar* e *construído* apareçam como membros do par *elementar/construído* mas também como membros do triplete *elementar/construído/contínuo*. Ou seja: *elementar* e *construído* são manifestações (ou casos particulares) do *thema* do *descontínuo*, integrando por isso o par *contínuo/descontínuo*, um par *thematico* que podemos considerar fundamental. E há outros casos: a *quiralidade* é uma forma de *assimetria* (*thema* fundamental que integra o par *thematico* fundamental *simetria/assimetria*); a *primazia da circunferência*, a *simetria* e a *harmonia* são manifestações de *perfeição*; a *isotropia* e a *regularidade* são formas de *uniformidade* (*thema* fundamental que integra o par *uniformidade / não*

¹²⁷ «Analysis and Synthesis as methodological themata», in Holton, Gerald (1998), pp. 111-151.

¹²⁸ Holton, Gerald (1998), p. 146. Itálico original.

¹²⁹ Ibid., p. 151.

uniformidade); a *conservação* é uma forma de *constância* (thema fundamental que integra o par thematico fundamental *constância/mudança*)...

A mesma lógica se aplica aos themata proposicionais. Os oito explicitados por Holton são exemplos concretos do thema metodológico *hypotheses fingo*, a formulação e uso de hipóteses sem prévia sustentação observacional ou teórica e que funcionam como postulados. Ou seja: o uso de themata proposicionais é um thema metodológico fundamental. Os themata proposicionais da nossa lista são claramente específicos das ciências físicas, mas não há razão para não se reconhecer que a formulação e uso de hipóteses sem prévia sustentação observacional ou teórica e que funcionam como postulados pode ser um thema fundamental noutras áreas do saber e da cultura em geral, pelo que é razoável admitir que cada área do saber ou da cultura em geral tenha os seus próprios themata proposicionais, elaborados a partir do thema fundamental *hypotheses fingo*, que, assim, é não apenas fundamental como também universal.

Tudo isto convida a uma hierarquização dos themata, distinguindo *thema fundamental* de *thema(ta) derivado(s)* (como filiações ou formas particulares do thema fundamental) e estabelecendo, pelo menos nalguns casos, vários níveis de fundamentalidade. E tudo isto convida igualmente a uma espécie de “destilação” da lista thematica, extraíndo os themata derivados de forma a obtermos uma segunda lista, apenas de themata fundamentais e que, por serem comuns a outras áreas, são também universais, ou seja, uma lista de themata cujo carácter fundamental é também sinónimo de universalidade.

Procedendo a essa espécie de “destilação”, reconhecemos que, para cada thema fundamental, pode haver vários themata derivados; ou, equivalentemente, que para cada thema universal pode haver vários themata específicos numa mesma área, o que nos obriga a reformular a ideia holtoniana de que um thema se manifesta segundo uma forma específica em cada área do saber e da cultura: afinal, em cada uma destas áreas, um thema pode assumir várias formas específicas (Θ_{ni}), e não apenas uma, pelo que nesta nova fórmula

$$\Theta = \sum_{n,i=\alpha}^{n,i=\omega} \Theta_{ni}$$

um thema (θ) continua a ser o somatório de todas as suas manifestações específicas (θ_{ni}), mas cada área n pode ter diversos i , sendo que esses diversos i podem ser contemporâneos entre si, manifestando-se numa mesma época, ou, pelo contrário, em épocas diferentes.

A primeira lista de themata é constituída por themata universais e por outros específicos (θ_{ni}) das ciências físicas mas, na senda da tese holtoniana da universalidade dos themata, interessa-nos obter uma lista constituída exclusivamente por θ comuns a outras áreas do saber e da cultura.

A universalidade dos themata coloca-nos uma questão quanto à natureza epistemológica dos themata: não devemos entendê-la apenas no sentido de thematica da produção do conhecimento científico mas, de uma forma mais livre, num sentido muito amplo de thematica de toda e qualquer metodologia criativa, seja do saber científico, seja do saber de qualquer área não científica, seja de produtos intelectuais diversos como, por exemplo, obras artísticas.

Notemos que a ideia de universalidade thematica é uma hipótese indutiva, elaborada por Holton a partir de alguns casos. Nada garante que todos os themata identificados como fundamentais nas ciências físicas sejam também fundamentais em *todas* as outras áreas, mas a solidez dos casos de universalidade identificados por Holton, as frutuosas utilizações que tem tido a análise thematica em diversas áreas e a possibilidade de, numa certa área, começar a manifestar-se um thema que já era fundamental noutras áreas (como aconteceu, por exemplo, com a *complementaridade* na física quântica, um thema que já existia e era fundamental numa grande diversidade de domínios não científicos) dão força à tese da universalidade. Justifica-se, portanto, que se construa uma lista de themata fundamentais na expectativa de que sejam também universais, ou seja, dotados de transversalidade e potencialidade suficientes para se manifestarem de alguma forma em qualquer área.

Nas ciências físicas, há também alguns themata derivados que são comuns a outras áreas, pelo que também são dotados de uma certa universalidade. Por exemplo, o uso de *modelos antropomórficos* (um caso particular do uso de *modelos* em geral, um thema fundamental e universal) é comum, enquanto thema metodológico, a outras ciências,

assim como a outras áreas do saber e da cultura. Ou seja: pode acontecer que, à semelhança do que acontece com um thema fundamental, também um thema derivado seja universal.

Considerando que alguns dos themata da primeira lista são fundamentais (e possivelmente universais) e que outros¹³⁰ podem ser reduzidos a um nível mais fundamental, podemos ficar com uma lista de themata fundamentais e universais como a que a seguir se propõe.

¹³⁰ Para a nova lista, estes themata foram integrados como se segue:

- Absoluto (espaço, tempo, simultaneidade) em *Absoluto*;
- Ação à distância em *Interação* e *Natureza teologicamente dependente* (em Newton);
- Ação por contacto em *Interação*;
- Conservação e Estado estacionário em *Constância*;
- Correspondência (antropomórfica) microcosmos-macrocosmos em *Pensamento antropomórfico*;
- Existência contínua em *Infinitude*;
- Geocentrismo (quer como conceito astronómico quer como expressão do Antropocentrismo) e Heliocentrismo em *Centrismo* e *Hierarquia*;
- Isotropia e Inisotropia em *Uniformidade* e *Não uniformidade*, respetivamente;
- Materialismo e Dinamismo em *Entidade* e *Interação*, respetivamente;
- Natureza como realidade matemática em *Realidade objetiva*;
- Organicismo e Mecanicismo em *Forma de Organização*;
- Primazia da circunferência em *Perfeição* e em *Simplicidade*;
- Quiralidade em *Simetria*;
- Regularidade e Irregularidade em *Uniformidade* e *Não uniformidade*, respetivamente;
- Universo como máquina física em Mecanicismo e este em *Forma de Organização*;
- Universo como harmonia matemática em *Harmonia* e *Realidade objetiva*;
- Corpos platónicos (para explicação das distâncias entre planetas), Modelos antropomórficos, Modelos matemáticos (geométricos), Modelos materialistas-atomistas, Modelos mecânicos e Modelos teleológicos em *Modelos*;
- Universo real (com realidade ontológica objetiva e acessível) em *Realidade objetiva*;
- Universo ontologicamente agnóstico (sem realidade ontológica objetiva ou acessível) em *Realidade subjetiva*;
- Análise, Decomposição e Reduccionismo em *Diferenciação*;
- Aplicabilidade cosmológica das leis e Exaustividade teórica em *Universalidade do conhecimento*;
- Cognoscibilidade ilimitada da natureza (possibilidades ilimitadas de fazer ciência) em *Possibilidades ilimitadas de conhecer e fazer*;
- Leis expressas em termos de constância, Leis expressas em termos de extremos e Leis expressas em termos de impossibilidades em *Formulação de leis*;
- Modelos antropomórficos, Projeção antropomórfica e Retroprojeção antropomórfica em *Pensamento antropomórfico*;
- Modelos matemáticos em *Modelos* e *Quantificação*;
- Ordem explicada pelo Caos subjacente, Certeza explicada pela Incerteza subjacente, Regularidade e Simplicidade explicadas pela Irregularidade e Complexidade subjacentes (e vice-versa) em *Explicação por antítese subjacente*;
- Ordenação taxonómica em *Ordenação*;
- Parcimónia lógica em *Parcimónia*;
- Síntese, Holismo e Unificação em *Integração*;
- Quantificação por números inteiros em *Quantificação*.

Tabela 2 – Lista de **themata fundamentais e universais**

<i>Themata conceptuais</i>	<p>Absoluto</p> <p>Antropomorfismo</p> <p>Assimetria</p> <p>Desordem</p> <p>Catastrofismo</p> <p>Causalidade</p> <p>Centrismo</p> <p>Certeza</p> <p>Ciclo vital</p> <p>Complementaridade (sobreposição de antíteses)</p> <p>Complexidade</p> <p>Constância</p> <p>Construído</p> <p>Contínuo</p> <p>Desarmonia</p> <p>Descontínuo</p> <p>Determinismo</p> <p>Dissipação (aumento de desordem)</p> <p>Elementar</p> <p>Entidade</p> <p>Evolução</p> <p>Finitude</p> <p>Forma de Organização</p> <p>Harmonia</p> <p>Heterogeneidade</p> <p>Hierarquia</p> <p>Homogeneidade</p> <p>Imperfeição</p>	<p>Incerteza</p> <p>Indeterminismo</p> <p>Infinitude</p> <p>Interação</p> <p>Involução</p> <p>Mudança</p> <p>Multiplicidade</p> <p>Não uniformidade</p> <p>Natureza autossuficiente</p> <p>Natureza teologicamente dependente</p> <p>Necessidade</p> <p>Ordem</p> <p>Perfeição</p> <p>Pleno</p> <p>Princípio ativo (potência)</p> <p>Princípio passivo (persistência)</p> <p>Princípios inerentes</p> <p>Progresso (aumento de ordem)</p> <p>Realidade objetiva</p> <p>Realidade subjetiva</p> <p>Relativo</p> <p>Simetria</p> <p>Simplicidade</p> <p>Teleologia</p> <p>Unidade</p> <p>Uniformidade</p> <p>Vazio</p>
<i>Themata metodolôgicos</i>	<p>Diferenciação</p> <p>Experiência</p> <p>Explicação por antítese subjacente</p> <p>Formalismo simbólico</p> <p>Formulação de leis</p>	<p>Ordenação</p> <p>Parcimônia</p> <p>Pensamento antropomórfico</p> <p>Possibilidades ilimitadas de conhecer e fazer</p> <p>Quantificação</p>

	<i>Hypotheses fingo</i> Integração Modelos	Universalidade do conhecimento Utilização de regras de raciocínio
--	--	--

Nesta segunda lista, o número de themata (70, dos quais 55 conceptuais e 15 metodológicos) é significativamente mais reduzido do que na primeira (110). É de notar que nos themata fundamentais não consta qualquer thema proposicional, o que resulta do facto de os themata proposicionais serem específicos de uma certa área (na primeira lista, eram específicos das ciências físicas) e resultarem de um thema fundamental, *hypotheses fingo*. É de notar igualmente que, ao contrário da primeira, esta segunda lista não explicita qualquer integração funcional (em singuleto, duplete, tripleto) nem qualquer natureza (metafísica, estética, lógica, epistemológica) dos themata. Isto não significa que a “destilação” operada sobre a primeira lista anule estas características dos themata. Com efeito, os themata fundamentais e universais podem funcionar em singuleto, duplete ou tripleto, e têm natureza metafísica, estética, lógica ou epistemológica. Acontece simplesmente que esta segunda lista pretende apenas organizar e apresentar os themata enquanto entidades fundamentais e universais, independentemente da integração funcional e da natureza dos mesmos.

A questão da completude que se colocara para a primeira lista pode agora ser igualmente colocada para esta: haverá themata universais que não estejam aqui assinalados? Recordemos que a análise thematica de Holton incidiu essencialmente nas ciências físicas e os seus apontamentos comparativos com outras áreas tiveram sempre por base os themata identificados na sua área científica de eleição. Atendendo a que esta segunda lista resulta, portanto, da lista dos themata identificados nas ciências físicas, podemos interrogar-nos se não haverá themata universais que não constem desta segunda lista simplesmente porque não se manifestaram ainda nas ciências físicas e/ou não foram identificados por Holton. É possível que tal aconteça, mas a questão terá de ficar obviamente em aberto por ser impossível responder-lhe aqui.

Por outro lado, e em sentido inverso, podemos também interrogar-nos se estes themata serão mesmo os mais fundamentais ou se, pelo contrário, devemos ainda reconhecer níveis de fundamentalidade mais básicos, reduzindo consequentemente a lista. Por

exemplo, como vimos atrás, *harmonia* e *simetria* podem ser considerados como derivados do thema *perfeição*, mais fundamental. E podemos reconhecer outros casos, como *elementar*, *construído* e *entidade*, enquanto formas de *descontínuo*, ou *unidade* enquanto forma de *simplicidade*... Mas, apesar de radicarem noutros conceitos mais básicos, mais fundamentais, a sua explicitação justifica-se, por um lado, porque são fundamentais relativamente a outros (que, por isso, já não constam nesta lista) e, por outro, porque a sua supressão (e implicação naqueles themata mais básicos) eclipsaria diferenças conceptuais que têm importante visibilidade em diversas áreas, o que dá bem conta da sua universalidade. Por exemplo, para além da sua importância nas ciências físicas, a *simetria* é um thema fundamental na arquitetura e nas artes plásticas; a *harmonia* é um thema fundamental na saúde, na arquitetura, nas artes plásticas, na música, na psicologia, em certas religiões; os themata *elementar*, *construído* e *entidade* são importantes em numerosas áreas do saber e da cultura em geral; a *unidade*, embora possa ser vista como uma forma de *simplicidade*, impõe-se por si mesma como thema fundamental em inúmeras áreas, desde a matemática às religiões monoteístas. Ou seja: a extensão desta segunda lista thematica exprime um equilíbrio entre o carácter fundamental e o carácter universal dos themata nela explicitados.

1.3. *Themata e Paradigmas*

1. os paradigmas

Como vimos, logo na primeira preocupação expressa em distinguir os *themata* de outras entidades, Holton afirmou que «a análise *thematica* não é uma matriz para acomodar certas noções como paradigmas ou programas de investigação»¹³¹. Holton nunca mais voltou a referir-se a estes últimos, propostos por Lakatos, mas o conceito de paradigma, proposto e apresentado por Thomas Kuhn no seu famoso ensaio *The Structure of Scientific Revolutions*¹³², mereceu a sua atenção em diversas ocasiões.

Contudo, como já vimos, Holton não dedicou a esta questão mais do que algumas linhas dispersas por vários textos ao longo de várias décadas. Justifica-se, pois, que analisemos com mais detalhe esta diferenciação que inquietou, de alguma forma, o pensamento de Holton.

Holton começou por reconhecer a possibilidade de os paradigmas conterem «elementos de *themata*»¹³³. Sem explicar o sentido desta expressão, apressou-se na frase seguinte a afirmar que «as diferenças [entre paradigmas e *themata*] sobrepõem-se fortemente» àquela eventual presença *thematica* nos paradigmas. Mas antes de analisarmos as razões que Holton viria a expor para sustentar a diferenciação entre uns e outros, vale a pena determo-nos um pouco naquela proximidade reconhecida pelo próprio, ainda que de forma tão fugaz.

O conceito de paradigma padece do mesmo problema que o conceito de *themata*: o seu autor nunca o apresentou com uma definição unívoca. De facto, ao lermos *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), encontramos diversas noções (vinte e duas, segundo Masterman¹³⁴) sob a designação *paradigma*, uma ambiguidade que, em conjunto com

¹³¹ Holton, Gerald (1975), p. 44.

¹³² Tradução para língua portuguesa: Kuhn, Thomas S. (2000).

¹³³ Holton, Gerald (1975a), p. 333.

¹³⁴ Cf. Masterman, M. (1979), «A natureza de um paradigma», in Lakatos, I., Musgrave, A., *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*, Cultrix, S. Paulo.

outras questões controversas e que lhe valeram fortes críticas, levou Kuhn a escrever um posfácio à obra (em 1969), com o objetivo expresso de esclarecer as concepções ali apresentadas. Quanto ao conceito de paradigma, o autor reconhece no posfácio que se trata da questão mais importante e simultaneamente mais obscura do seu texto original, mas acrescenta que a maior parte das ambiguidades identificadas são facilmente eliminadas por resultarem de simples «incongruências estilísticas»¹³⁵. Assim, segundo o esclarecimento do próprio Kuhn, devemos considerar apenas dois sentidos diferentes para o termo *paradigma*:

De um lado, [o paradigma] indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas, etc., partilhados pelos membros de uma determinada comunidade. De outro, denota um tipo de elemento dessa constelação: as soluções concretas de quebra-cabeças que, utilizadas como modelos ou exemplos, podem substituir regras explícitas como base para a solução dos restantes quebra-cabeças da ciência normal.¹³⁶

O primeiro sentido é mais abrangente, correspondendo àquilo a que Kuhn também chama «matriz disciplinar»¹³⁷: matriz porque é constituída por diversos tipos de elementos ordenados (generalizações simbólicas, modelos particulares, valores partilhados e exemplares), disciplinar porque se refere a uma certa disciplina e aos praticantes dessa disciplina. O segundo sentido é mais restrito, correspondendo aos exemplares (exemplos partilhados): soluções de problemas que os estudantes encontram nos laboratórios, nos exames e nos manuais científicos, assim como soluções técnicas de problemas apresentadas por cientistas nas publicações periódicas¹³⁸.

Sabemos que a partilha é constitutiva do conceito de paradigma, seja no sentido mais abrangente, seja no mais restrito. E é de tal forma constitutiva que conduziu Kuhn a esta definição circular:

O paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma.¹³⁹

¹³⁵ Cf. Kuhn, Thomas S. (2000), pp. 225-226.

¹³⁶ Ibid., p. 218.

¹³⁷ Ibid., p. 226.

¹³⁸ Cf. Ibid., p. 232.

¹³⁹ Ibid., p. 219.

Reconhecendo as dificuldades conceptuais implicadas nesta circularidade, assim como os problemas implicados na definição de comunidade e largamente trabalhados pela sociologia da ciência, Kuhn adianta, contudo, que as comunidades podem existir a vários níveis: uma comunidade mais global, constituída por todos os cientistas das ciências da natureza; grupos mais restritos, como o conjunto dos físicos, o conjunto dos químicos, o conjunto dos biólogos e outros; subgrupos destes, como os físicos de partículas, os físicos da matéria condensada, os químicos orgânicos, os químicos inorgânicos, os zoólogos, os botânicos...; e ainda subgrupos destes¹⁴⁰. A ideia é que «uma comunidade científica é formada pelos praticantes de uma especialidade científica»¹⁴¹, ou seja, é um grupo profissional de dimensão variável, que pode fazer parte de comunidades científicas mais alargadas.

É o paradigma que, na perspectiva kuhniana, dá pleno sentido à comunidade, na medida em que é uma matriz *comum* aos seus membros e os coloca, por ser social e epistemologicamente estruturante, em situação de *comunidade* (comunidade social e simultaneamente epistémica). E, enquanto «constelação de compromissos de grupo»¹⁴², o paradigma faz da comunidade uma unidade não só produtora como também legitimadora de conhecimento científico¹⁴³. Ou seja: o paradigma é condição de possibilidade e simultaneamente de legitimação do conhecimento científico, funcionando como um espaço monista, conservador, fechado sobre as suas próprias regras, que define o que é aceitável e exclui ou ignora o que considera inaceitável em tudo o que se refere a conceitos, teorias, métodos, instrumentos e problemas a resolver, restringendo e orientando de forma muito direccionada a perspectiva teórica e todas as práticas dos cientistas, assim como toda a formação dos futuros cientistas.

2. elementos de themata nos paradigmas (e vice-versa)

Tendo presentes as características essenciais dos themata que já conhecemos, podemos facilmente reconhecer várias características comuns a paradigmas e themata:

¹⁴⁰ Ibid., p. 221-222.

¹⁴¹ Ibid., p. 220.

¹⁴² Ibid., p. 225.

¹⁴³ Cf. Ibid., p. 222.

- uns e outros funcionam como princípios orientadores conceptuais e metodológicos das práticas científicas, restringindo e focalizando as perspectivas dos cientistas acerca da realidade, definindo rumos, delimitando campos de aceitabilidade, excluindo ou simplesmente ignorando o que neles não se enquadra;
- uns e outros têm um carácter epistemológico estruturante, que condiciona e marca distintamente o conhecimento produzido;
- uns e outros têm uma natureza competitiva, de disputa, de luta por uma hegemonia, conseguindo ser dominantes relativamente a concepções divergentes;
- uns e outros têm uma dimensão coletiva, sendo partilhados por grupos de cientistas;
- no âmbito de um certo paradigma, os cientistas manifestam «crenças em determinados modelos»¹⁴⁴, inscritos num espectro que vai «desde modelos heurísticos até ontológicos» e aos quais Kuhn começou por chamar «paradigmas metafísicos ou partes metafísicas dos paradigmas»¹⁴⁵, o que se assemelha à crença que os cientistas manifestam em certos themata de natureza metafísica e em certos themata metodológicos;
- em estreita ligação com o tópico anterior, os cientistas ligam-se aos paradigmas, como aos themata, por adesão, por compromisso pessoal e duradouro, um compromisso que pode ser conceptual, teórico, metodológico e instrumental mas que também pode parecer «metafísico» (termo usado por Kuhn¹⁴⁶ mas também por Holton¹⁴⁷);
- a força de um tal compromisso é tão intensa que, mesmo perante evidências contrárias ou inexplicáveis pela teoria, esse compromisso funciona como crença dogmática, como «fé» (termo usado pelo próprio Kuhn¹⁴⁸), capaz de originar e alimentar profundas obstinações e prolongadas resistências às alternativas, sobretudo nos cientistas mais velhos e experientes;

¹⁴⁴ Ibid., p. 228.

¹⁴⁵ Ibid., p. 229.

¹⁴⁶ Cf. Ibid., p. 64.

¹⁴⁷ Cf. Holton, Gerald (2005), p. 138.

¹⁴⁸ Kuhn, Thomas S. (2000), p. 107.

- tal como nos themata, o compromisso dos cientistas com um paradigma pode ser visto como contendo elementos inconscientes. Embora isto nunca seja referido por Kuhn, o prolongado processo de formação e profissionalização, iniciado ainda na infância através da escola, conduz à interiorização de uma visão monista que, se não for discutida nos seus fundamentos e contraposta com alternativas, passa a operar inconscientemente nas práticas dos cientistas;
- a mudança de paradigma, por parte de um cientista, é, tal como a mudança de themata, um processo difícil, embora possível;
- no âmbito de um paradigma, a aceitação ou rejeição de uma teoria não resulta de regras lógicas, rígidas e universais, mas de valores (por exemplo, fecundidade, exatidão, simplicidade, coerência interna, plausibilidade) que, embora partilhados e aceites por toda a comunidade, estão sujeitos a diferentes hierarquizações e a julgamentos que «variam enormemente de indivíduo para indivíduo»¹⁴⁹. E,

embora os valores sejam amplamente compartilhados pelos cientistas e este compromisso seja ao mesmo tempo profundo e constitutivo da ciência, algumas vezes a aplicação dos valores é consideravelmente afetada pelos traços da personalidade individual e pela biografia que diferencia os membros do grupo.¹⁵⁰

Ou seja: há fatores subjetivos a ter em conta e, portanto,

aquilo que os cientistas partilham não é suficiente para impor um acordo uniforme no caso de assuntos como a escolha de duas teorias concorrentes ou a distinção entre uma anomalia comum e uma provocadora de crise.¹⁵¹

Considerando todas estas características comuns, podemos dizer, como Holton, que há elementos de themata presentes nos paradigmas; mas não apenas alguns, afinal, porque o número de características comuns é considerável. Ou seja: há um número considerável de elementos de themata presentes nos paradigmas. Contudo, pela mesma razão, podemos dizer que há um número considerável de elementos paradigmáticos presentes nos themata. É indiferente. A questão que se coloca de

¹⁴⁹ Ibid., p. 230.

¹⁵⁰ Ibid., p. 230.

¹⁵¹ Ibid., pp. 230-231.

seguida é mais substancial: serão estas características, simultaneamente thematicas e paradigmáticas, suficientes para justificar que, no essencial, os themata e os paradigmas são entidades epistemológicas semelhantes e mesmo equivalentes, ou, pelo contrário, as diferenças entre uns e outros sobrepõem-se fortemente, como sempre defendeu Holton, e são, portanto, diferenças demasiado essenciais para nos permitirmos confundi-los ou simplesmente vermo-los como parentes próximos? Para respondermos, convém procurarmos agora as diferenças e vermos que força têm perante as semelhanças identificadas.

3. themata e paradigmas: distintos, mas com relações

Holton considera que a persistência dos themata e das oposições thematicas é completamente independente da dinâmica temporal dos paradigmas: «as oposições thematicas persistem durante a “ciência normal” e os themata persistem ao longo dos períodos revolucionários»¹⁵². Ou seja: a ciência normal, apesar de ser um período de consenso (paradigmático), não elimina a falta de consenso que coloca themata antitéticos em disputa; e as mudanças de paradigma (nos períodos revolucionários) não criam nem eliminam qualquer thema. Os themata persistem, alheios às revoluções. Há como que uma indiferença dos themata, na sua longevidade, às transformações paradigmáticas.

A persistência no tempo, e a difusão pela comunidade num certo momento, destes relativamente poucos themata pode ser o que assegura à ciência, apesar de todo o seu crescimento e de toda a sua mudança, a constante identidade que tem.¹⁵³

Vemos que, na perspetiva de Holton, a identidade da ciência é, antes de tudo, uma questão de persistência de um reduzido número de themata ao longo do tempo. O conjunto dos themata constitui um núcleo estável a que todas as mudanças se ligam, de que todas as mudanças se alimentam numa espécie de relação umbilical. É esse o sentido da passagem a que já atrás aludimos:

¹⁵² Holton, Gerald (1975a), p. 333.

¹⁵³ Ibid., p. 331.

É certo que um conceito científico como “átomo” mudou repetidas vezes, de Demócrito até hoje. Mas o que não mudou é o conceito thematico de discreto subjacente ao atomismo, conceito que se expressa da mesma forma na noção sempre em mudança de “átomo”.¹⁵⁴

É, pois, a estabilidade thematica que garante uma continuidade histórica fundamental e a consequente comunicabilidade conceptual entre sucessivos períodos históricos. É também essa estabilidade que justifica a rejeição, por parte de Holton, da ideia de incomensurabilidade das teorias¹⁵⁵, nomeadamente de teorias supostamente pertencentes a diferentes paradigmas, assim como da ideia associada de revolução científica.

Podemos dizer, em linguagem thematica, que, para Holton, a história da ciência no seu todo é regida pelo thema do contínuo, enquanto, para Kuhn, é regida pelo descontínuo. Aqui é importante assinalar que, segundo Holton, «a procura de respostas em história da ciência é também imbuída de themata»¹⁵⁶, o que está de acordo com a natureza transversal que reconhecemos aos themata (a história da ciência, enquanto área de investigação, é uma área do saber como outra qualquer).

Na perspetiva holtoniana, assumidamente continuista, não é legítimo falar de revoluções em ciência com mudanças de paradigma. O nível thematico é um nível profundo e estável; o nível paradigmático é mais superficial e mais sujeito a variações. Eventuais revoluções, ainda que significativas, são variações neste nível mais superficial e não tocam na profunda continuidade dos themata.

Tal como uma mudança de conceito científico não significa – veja-se o caso do “átomo” – uma mudança de conceito thematico. É sobre a estabilidade deste que se opera a mudança daquele. Qualquer conceito científico tem um núcleo essencial imutável – é o thema a que o conceito científico dá forma concreta num certo contexto. Podemos dizer, em linguagem musical, que estamos perante “variações sobre o mesmo tema”; ou, em linguagem thematica, de “variações sobre o mesmo thema”.

¹⁵⁴ Holton, Gerald (2005), p. 143.

¹⁵⁵ Cf. Ibid., p. 143.

¹⁵⁶ Holton, Gerald (1975a), p. 334.

Vemos, pois, que, à escala histórica, o paradigma é efémero e conjuntural, ao contrário do thema, que é persistente e estrutural. Assim se compreende a observação de Holton de que os paradigmas são potencialmente em número infinito¹⁵⁷, ao contrário dos themata, que são em número finito. É certo que os themata têm uma potencialidade teoricamente infinita; quer dizer, têm capacidade para se manifestarem em diferentes formas específicas ao longo da história e através das diversas áreas do saber, formas específicas essas que são potencialmente em número infinito. Mas, como acabamos de ver, isso acontece a partir de um número finito e estável de themata, persistentes no tempo.

Segundo Holton, é esse número finito, estável e persistente de themata (através de sucessivas e diferentes manifestações, cada vez mais fecundas na sua capacidade de descrever e explicar a realidade) que faz da ciência uma atividade de «natureza evolutiva»¹⁵⁸, relativamente à qual se pode falar de avanço, de «aperfeiçoamento cumulativo e geralmente evolutivo»¹⁵⁹ ao longo da história. É uma perspetiva bastante diferente da perspetiva de Kuhn. É certo que a visão descontinuista de Kuhn também acredita no progresso científico, mas apenas no sentido em que as teorias científicas mais recentes são melhores do que as mais antigas «no que toca à resolução de quebra-cabeças nos contextos frequentemente diferentes aos quais são aplicadas», não num sentido cumulativo e linear de aproximação progressiva ao conhecimento da realidade¹⁶⁰.

O carácter historicamente efémero e conjuntural dos paradigmas relaciona-se com uma condição absolutamente indispensável à sua própria existência: ao contrário de um thema, um paradigma só é paradigma quando há uma generalizada «aceitação de uma determinada matriz de pensamento»¹⁶¹, deixando de ser paradigma quando já não consegue ter o consenso de uma certa comunidade. Ou seja: aceitação e dominância coincidem com a própria existência do paradigma. O thema, ao contrário, é thema mesmo que não seja aceite por uma comunidade e mesmo que não determine o

¹⁵⁷ Cf. Holton, Gerald (2005), p. 149.

¹⁵⁸ Ibid., p. 149.

¹⁵⁹ Ibid., p. 145.

¹⁶⁰ Cf. Kuhn, Thomas S. (2000), pp. 251-252.

¹⁶¹ Holton, Gerald (2005), p. 149.

trabalho de uma comunidade. A existência de um thema não depende de contingências contextuais. Ele está lá sempre, antes e depois, independentemente da sua visibilidade, do seu grau de aceitação, da sua influência a nível coletivo. Ainda que um thema também possa ser partilhado, a sua natureza não é necessariamente social e conjuntural, como a natureza do paradigma.

E isto conduz-nos a uma outra grande diferença assinalada por Holton: a dicotomia entre a dimensão individual e a dimensão coletiva nos themata é muito diferente da que se verifica nos paradigmas.

Ao contrário de um paradigma, que, por definição, é aceite por uma comunidade e, como tal, está disseminado e igualmente presente no trabalho de todos e de cada um dos membros da comunidade, «um thema encontra-se no trabalho individual, como parte de um espectro de themata que talvez ninguém mais tenha aceite *in toto*»¹⁶². Nos themata, a partilha existe, sim, mas em muito menor escala e raramente acontece com um mapa completo de themata individuais. Isto é: a matriz, nos themata, é sempre individual (ainda que tenha sobreposições com as matrizes de outros indivíduos) ou grupal (sendo comum a uma parte da comunidade), ao contrário do que acontece com um paradigma, cuja matriz é aceite pela totalidade de uma comunidade num determinado momento histórico.

Segundo Holton, a diversidade de mapas thematicos individuais e a sobreposição dos mesmos explicam por que é que a ciência não é «um desastre totalizador», nem «uma dispersão anárquica dos esforços da comunidade», nem «um “andar às cegas” sem progresso»¹⁶³ nos períodos de transição entre paradigmas. Por um lado, a diversidade impede uma visão totalizadora; mas, em contraponto, a sobreposição impede a dispersão anárquica e o andar errático. É, pois, um jogo de equilíbrio entre o individual e o coletivo que permite à ciência uma riqueza de visões e simultaneamente lhe assegura uma unidade que lhe dá identidade e rumo.

Holton considera que «em muito maior grau do que nos paradigmas (...), as decisões thematicas parecem provir do indivíduo, mais do que do ambiente social»¹⁶⁴. Ou seja:

¹⁶² Ibid., p. 149.

¹⁶³ Ibid., p. 145.

¹⁶⁴ Holton, Gerald (1975a), p. 333.

apesar de reconhecer aos themata uma natureza coletiva, de partilha, Holton vê-os sobretudo como entidades que atuam a partir dos indivíduos e que, portanto, são capazes de conferir aos indivíduos uma grande autonomia relativamente à comunidade. Pelo contrário, apesar de podermos reconhecer, como vimos atrás, que as escolhas relativas às teorias e ao significado das anomalias podem ser determinadas subjetivamente (numa subjetividade que se manifesta na hierarquização de valores associada a traços de personalidade e às vivências dos cientistas), os paradigmas são entidades essencialmente coletivas que se impõem e limitam a autonomia pessoal. Afirma Kuhn:

Não existem algoritmos neutros para a escolha de uma teoria. Nenhum procedimento sistemático de decisão, mesmo quando aplicado adequadamente, deve necessariamente conduzir cada membro de um grupo a uma mesma decisão. Nesse sentido, pode-se dizer que quem toma a decisão efetiva é mais a comunidade dos especialistas do que os seus membros individuais. Para compreender a especificidade do desenvolvimento da ciência, não precisamos de deslindar os detalhes biográficos e de personalidade que levam cada indivíduo a uma escolha particular, embora esse tópico seja fascinante.¹⁶⁵

As duas primeiras frases de Kuhn teriam certamente o acordo de Holton – as razões para a escolha (ou rejeição) de uma teoria escapam a qualquer lógica. Mas Holton discorda imediatamente da afirmação seguinte. E haverá algo mais dissonante da análise thematica de Holton do que a última frase destas considerações de Kuhn?

O peso da dimensão individual é claramente mais insignificante no caso dos paradigmas, tais como são apresentados por Kuhn. O paradigma é público, é um espaço público, do foro da ciência pública (em termos holtonianos), uma espécie de estaleiro aberto, e assim tem de ser para se constituir como paradigma e para se manter como tal, recrutando e formando os seus futuros trabalhadores-cientistas; mas um thema é do foro da ciência privada, pode ser íntimo e pretendido como secreto, ainda que de alguma forma venha a ser exposto.

¹⁶⁵ Kuhn, Thomas S. (2000), p. 246.

Enquanto espaço público, o paradigma é em si mesmo um contexto, uma matriz, ou seja, um espaço de trabalho, uma entidade espacial; um thema, pelo contrário, é em si mesmo uma entidade pontual, discreta – os themata apenas em conjunto funcionam como matrizes, como mapas, e ainda assim individuais. O paradigma é em si mesmo partilha, comunidade, e só assim existe e subsiste; um thema, pelo contrário, pode ser partilhado mas não precisa de o ser para existir e funcionar, porque, antes de mais, intervém no indivíduo.

Seguindo a esteira de Holton, que se referiu a algumas destas diferenças como exemplos, deixando assim entender que outras haveria, podemos identificar ainda mais diferenças. Podem não ser muitas, mas basta que sejam essenciais e teremos de dar razão a Holton por se ter esforçado em distinguir os seus themata dos paradigmas de Kuhn. Vejamos.

O compromisso individual com um paradigma resulta de educação formal, longa formação e persistente treino; mas um compromisso com um thema pode resultar de todo o tipo de experiências de vida, na infância e na juventude – embora possa ser influenciado pela educação formal, o compromisso thematico está associado a todas as vivências e convivências dos primeiros anos de vida e fica consolidado antes mesmo de se decidir ser cientista.

Podemos, assim, dizer que a adesão a um paradigma é promovida e conduzida pelo próprio paradigma, através dos seus próprios mecanismos de reprodução. Trata-se de uma iniciação, de uma entrada nas regras de um grupo restrito, ainda que não se tome consciência de todas as implicações dessa iniciação, nomeadamente quanto aos constrangimentos nas conceções do mundo e nas práticas profissionais. A adesão a um thema, pelo contrário, não exige qualquer iniciação formal.

Há ainda uma outra grande diferença, não assinalada por Holton. O paradigma é disciplinar (uma «matriz disciplinar»), circunscrito a uma certa área específica, uma disciplina científica. Pelo contrário, um thema atravessa todas as disciplinas científicas e não científicas, manifestando-se em todas áreas culturais. Ou seja: culturalmente, o paradigma é regional (quando não local), enquanto o thema é universal.

Isto não significa que não possa haver um funcionamento de tipo paradigmático noutras áreas da cultura. O próprio Kuhn reconheceu que as suas teses foram tomadas de empréstimo de outras áreas¹⁶⁶ e que o regime de desenvolvimento como «sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não-cumulativas»¹⁶⁷ não é exclusivo da ciência, mas, pelo contrário, está presente em áreas tão distintas como a literatura, a música, a arte, a política e muitas outras, fenómeno relatado há muito pelos respetivos historiadores. Mas mesmo que exista uma entidade de natureza similar à de um paradigma em qualquer área cultural e, mais restritamente, nas diversas comunidades de uma qualquer área cultural, uma tal entidade seria sempre grupal e circunscrita, nunca universal. O que será universal, quando muito, é a presença de uma entidade desse género em cada uma das diversas áreas culturais, nunca cada uma das entidades, que, enquanto matriz disciplinar será específica da área respetiva.

Por tudo o que temos vindo a ver, podemos dizer que o paradigma é regional, superficial e efémero, enquanto o thema é universal, profundo e persistente.

E, com tudo isto, temos de dar razão a Holton: os themata não são paradigmas. As diferenças são profundas e sobrepõem-se às semelhanças.

Mas, para lá das diferenças e proximidades entre themata e paradigmas, vale a pena pensar a sua interação, a ação que uns podem exercer sobre os outros, a forma como se podem articular.

Um primeiro aspeto destas relações entre themata e paradigmas diz respeito ao facto de um paradigma, enquanto «constelação de crenças, valores, técnicas, etc.»¹⁶⁸, estar necessariamente imbuído de certos themata, que, do plano conceptual ao metodológico, acabam por ter um grande protagonismo durante o período de ciência normal do paradigma, destacando-se relativamente a outros menos influentes e dominando sobre os themata opostos.

Para além disso, e como vimos, a aceitação ou rejeição de uma teoria, mesmo no contexto de um paradigma, é orientada por valores aceites por toda a comunidade mas

¹⁶⁶ Cf. Ibid., p. 255.

¹⁶⁷ Ibid., p. 255.

¹⁶⁸ Ibid., p. 218.

sujeitos a diferentes hierarquizações e a julgamentos que «variam enormemente de indivíduo para indivíduo»¹⁶⁹, numa aplicação concreta «consideravelmente afetada pelos traços da personalidade individual e pela biografia que diferencia os membros do grupo.»¹⁷⁰ Ora, que é isto se não uma abertura e um convite do paradigma à intervenção dos themata, que por esta via conseguem entrar no espaço paradigmático e participar na sua dinâmica produtora e legitimadora de conhecimento? Desta forma, os themata poderão mesmo intervir não apenas nos períodos de ciência normal como também nos períodos revolucionários, enquanto entidades orientadoras para alternativas aos paradigmas vigentes, contribuindo para a ascensão e a queda de paradigmas. Alguns dos valores teóricos enunciados por Kuhn coincidem com themata enunciados por Holton, como, por exemplo, a simplicidade; quanto a outros (como, por exemplo, fecundidade, exatidão, coerência interna, plausibilidade), é razoável admitir que os themata individuais afetem a sua relevância paradigmática, porque estão sujeitos a uma avaliação e hierarquização subjetivas.

Por seu lado, um paradigma também consegue influenciar os mapas thematicos individuais na medida em que participar das vivências infantis e juvenis dos indivíduos (venham ou não a ser cientistas), contribuindo para todo o contexto cultural e existencial em que se constroem e cristalizam os compromissos thematicos na mente dos indivíduos. Este contributo pode acontecer formalmente, pela formação escolar, mas também informalmente, por outras vias, como os museus e centros de ciência, os livros e as revistas de divulgação, a televisão, a ficção científica, etc.

Mais: as dinâmicas paradigmáticas podem não afetar a longevidade thematica, mas o mesmo não se pode dizer acerca da influência que exercem sobre as disputas thematicas e os ciclos de ascensão e declínio dos themata. O sucesso e o período de dominância de um certo paradigma conferem protagonismo e relevância a certos themata e colocam outros na sombra, por não serem tão importantes para esse mesmo paradigma ou por serem opostos aos themata dominantes. Este estado de equilíbrio thematico manter-se-á enquanto o paradigma vigorar, mas altera-se com a mudança de paradigma. Pelo que se pode afirmar que os ciclos de vida paradigmáticos influenciam os ciclos de

¹⁶⁹ Ibid., p. 230.

¹⁷⁰ Ibid., p. 230.

ascensão e declínio thematicos, frequentemente associados às disputas entre themata opostos.

1.4. *Themata e Arquétipos*

Preocupado com a possível confusão entre *themata* e outras entidades, Holton também alertou recorrentemente para o risco de se confundir os *themata* com os arquétipos de Jung.

Como já vimos atrás, na primeira vez que refere os arquétipos de Jung, Holton resume-se a uma afirmação curta, sem apresentar qualquer justificação e muito menos alguma fundamentação teórica. Recordemos que, apenas três décadas depois, Holton viria a acrescentar uma justificação, embora também muito curta e pouco esclarecedora, ao defender que os arquétipos de Platão e de Jung não resultam de qualquer estudo empírico, ao contrário dos *themata*:

Talvez não seja preciso reforçar aqui a ideia de que é inapropriado associar os *themata* aos arquétipos platónicos ou jungianos, quanto mais não seja porque, ao contrário da análise *thematica*, estes não resultam de um estudo empírico.¹⁷¹

Juntando o nome de Platão ao de Jung e colocando as conceções de ambos sob a mesma designação de *arquétipos*, o que é discutível e careceria de esclarecimento, Holton restringe a sua distinção entre *themata* e arquétipos aos processos de identificação e descrição. Mas, quanto à natureza dos *themata* e dos arquétipos em si, nada acrescenta.

Jung não concordaria, aliás, com a afirmação de que os arquétipos nada têm a ver com estudos empíricos. Um dos seus esforços, para tentar provar a existência dos arquétipos, consistiu precisamente na apresentação de casos empíricos (casos clínicos) em que, seguindo o que considerava um método de prova, mostrou a presença de arquétipos na psique dos indivíduos que estudou¹⁷².

Logo à partida, a distinção esboçada por Holton revela-se, pois, bastante frágil. Mas se Holton teve essa repetida preocupação com os arquétipos de Jung, é de crer que, pelo menos intuitivamente, algumas semelhanças sentiu, assim como algumas diferenças.

¹⁷¹ Cf. Holton, Gerald (2005), p. 149.

¹⁷² Cf. Jung, C. G. (2000), pp. 60 e segs.

Vale, pois, a pena, tentar compreender em que medida podemos identificar semelhanças e diferenças entre os themata de Holton e os arquétipos de Jung.

1. em que é que os arquétipos se aproximam dos themata?

Segundo Jung, os arquétipos são entidades ideais com muita influência na atividade psíquica individual, assim como no saber produzido e na cultura em geral. Tal como os themata, os arquétipos fundamentam, orientam, estruturam, o entendimento pessoal e coletivo do mundo.

A vasta constelação de atributos que Holton reconhece aos themata (guias, pressupostos, preferências, crenças, preconceitos, etc.) confere-lhes uma dimensão psicológica incontornável e muito forte. Aliás, como vimos, Holton considera as relações entre psicologia cognitiva e trabalho científico individual como um bom ponto de partida para se compreender a origem dos themata. Por seu lado, os arquétipos também existem na mente humana, numa zona que Jung designa por *inconsciente coletivo*. Ainda que sejam de natureza psíquica coletiva, os arquétipos atuam de forma muito relevante em toda a atividade psicológica individual, influenciando fantasias, percepções e pensamentos¹⁷³.

No entanto, o inconsciente coletivo é objetivo: a sua existência não depende de qualquer indivíduo em particular, é persistente na história e está universalmente presente em todos os humanos. Ou seja: os constituintes essenciais deste inconsciente, os arquétipos, são dotados de uma existência objetiva que está para além da particularidade e da efemeridade de cada indivíduo. Tal como acontece com os themata.

Mais: estando presentes em todos os humanos, os arquétipos são simultaneamente individuais e coletivos, assim como os themata que, como vimos, são partilhados pelos membros de uma certa comunidade. Nesta partilha comunitária, a análise thematica vê o indivíduo como principal depositário dos themata, o que corresponde implicitamente a ver a mente do indivíduo como uma forma a preencher com um conteúdo objetivo.

¹⁷³ Cf. Ibid., p. 55.

Ora, segundo Jung, também os arquétipos são formas pré-existentes à mente do indivíduo.

Arquétipos e themata são dotados de universalidade. Universalidade demográfica, porque presentes em todos os indivíduos; universalidade cultural e geográfica, porque presentes em todas as culturas humanas e em qualquer lugar do mundo onde habitem humanos; mas também universalidade de domínio: uns e outros atravessam todas as áreas de atividade humana – ciência, arte, política, religião...

Estas formas de universalidade persistem ao longo do tempo porque os themata e os arquétipos são dotados de grande longevidade histórica – quer uns quer outros pré-existem aos indivíduos, e permanecem depois da breve passagem destes pela história humana, quais heranças antigas e muito duradouras.

No eixo do tempo, arquétipos e themata têm, portanto, uma existência transversal e longitudinal. São entidades omnipresentes: em qualquer indivíduo, em qualquer área do saber, em qualquer cultura, em qualquer lugar, em qualquer momento da história. Dentro desta universalidade, e tal como acontece com os themata numa certa comunidade, num certo contexto cultural, também há arquétipos (ou «modelos arquetípicos») dominantes (ou «vigentes»)¹⁷⁴.

Por definição, os arquétipos são entidades do inconsciente, de um inconsciente muito profundo. Afirma Jung:

Uma camada mais ou menos superficial do inconsciente é indubitavelmente pessoal. Nós a denominamos *inconsciente pessoal*. Este porém repousa sobre uma camada mais profunda, que já não tem sua origem em experiências ou aquisições pessoais, sendo inata. Esta camada mais profunda é o que chamamos *inconsciente coletivo*.¹⁷⁵

Os themata, por sua vez, não são necessariamente do domínio do inconsciente, mas podem sê-lo e, à partida, até o são frequentemente. Os themata podem tornar-se conscientes, sobretudo quando os indivíduos refletem sobre a sua atividade cognitiva (segundo Holton, os grandes cientistas têm tendência para essa auto-consciencialização). O mesmo acontece quanto aos arquétipos, que, apesar de serem

¹⁷⁴ Cf. Ibid., p. 25.

¹⁷⁵ Ibid., p. 15.

inconscientes por natureza, podem atingir o nível da consciência quando se manifestam, adquirindo assim diferentes matizes:

O arquétipo representa essencialmente um conteúdo inconsciente, o qual se modifica através de sua conscientização e percepção, assumindo matizes que variam de acordo com a consciência individual em que se manifesta.¹⁷⁶

Estes diferentes matizes assumidos pelos arquétipos, que variam de indivíduo para indivíduo quando os arquétipos se manifestam na consciência, fazem lembrar os diferentes mapas thematicos que se verificam com finas variações entre os membros de uma certa comunidade (embora essas variações thematicas não precisem da consciência para existirem).

Enquanto entidades inconscientes, quer os arquétipos quer os themata conseguem dominar a ação dos indivíduos e das comunidades sem que os mesmos disso se apercebam. Funcionam como forças que escapam ao controlo e à vontade dos indivíduos e das comunidades, podendo conter alguma irracionalidade. Por exemplo, relativamente ao poder exercido pelo thema da circularidade em Galileu, Holton referiu-se ao grande cientista como estando «completamente dominado pelo feitiço da circularidade»¹⁷⁷. Esta força que Holton descreve como “domínio pelo feitiço”, tem em Jung a natureza de uma “compulsão”. Como Jung afirma:

Quando algo ocorre na vida que corresponde a um arquétipo, este é ativado e surge uma compulsão que se impõe a modo de uma reação instintiva contra toda a razão e vontade (...).¹⁷⁸

Os themata são gerais e abstratos; são potencialidades que se atualizam através de expressões concretas e específicas, assumindo não apenas diferentes combinações de indivíduo para indivíduo como também diferentes formas de área para área. Isto também sucede, de certa maneira, com os arquétipos, que são formas abstratas universais, formas puras, sem conteúdo, que se concretizam e se preenchem com conteúdos específicos que variam de indivíduo para indivíduo, como já vimos, mas que, independentemente de qualquer matiz individual, assumem igualmente diversos

¹⁷⁶ Ibid., p. 17.

¹⁷⁷ Holton, Gerald (1998a), p. 122.

¹⁷⁸ Jung, C. G. (2000), p. 58.

aspectos em diversos contextos e em diversas culturas. Por exemplo, a propósito do arquétipo materno, escreve Jung:

Como todo o arquétipo, o materno também possui uma variedade incalculável de aspectos (...): a própria mãe e a avó; a madrasta e a sogra; uma mulher qualquer com a qual nos relacionamos, como a ama-de-leite ou a ama-seca, a antepassada e a mulher branca; no sentido da transferência mais elevada, a deusa, especialmente a mãe de Deus, a Virgem (enquanto mãe rejuvenescida, por exemplo Demeter e Core), Sofia (enquanto mãe que é também a amada, eventualmente também o tipo Cibele-Átis, ou enquanto filha-amada (...)); a meta da nostalgia da salvação (Paraíso, Reino de Deus, Jerusalém Celeste); em sentido mais amplo, a Igreja, a Universidade, a cidade ou país, o Céu, a Terra, a floresta, o mar e as águas quietas; a matéria, o mundo subterrâneo e a Lua; em sentido mais restrito, como o lugar do nascimento ou da concepção, a terra arada, o jardim, o rochedo, a gruta, a árvore, a fonte, o poço profundo, a pia batismal, a flor como recipiente (rosa e lótus); como círculo mágico (a mandala como padma) ou como cornucópia; em sentido mais restrito ainda, o útero, qualquer forma oca (por exemplo, a porca do parafuso); a yoni; o forno, o caldeirão; enquanto animal, a vaca, o coelho e qualquer animal útil em geral.¹⁷⁹

Esta notável profusão de aspectos de um só arquétipo, aspectos que são, no fundo, manifestações de atributos simbólicos positivos, é ampliada pelos correspondentes aspectos de sentido simbólico negativo:

Todos estes símbolos podem ter um sentido positivo, favorável, ou negativo e nefasto. (...) Símbolos nefastos são bruxa, dragão (ou qualquer animal devorador e que se enrola como um peixe grande ou uma serpente); o túmulo, o sarcófago, a profundidade da água, a morte, o pesadelo e o pavor infantil (...).¹⁸⁰

Esta dualidade simbólica, resultante de uma potencialidade arquetípica que bifurca num sentido positivo e num sentido negativo, é uma bipolaridade que merece ser assinalada nos arquétipos. Segundo Jung, todos os arquétipos têm um aspecto positivo e um aspecto negativo¹⁸¹.

¹⁷⁹ Ibid., pp. 91-92.

¹⁸⁰ Ibid., p. 92.

¹⁸¹ Cf. Ibid., p. 46.

Assinalável é também a proximidade aos themata que, para os arquétipos, esta bipolaridade significa. Tal proximidade resulta do facto de os themata funcionarem frequentemente aos pares, o que nos permite falar de pares thematicos, constituídos por thema e antithema (contínuo/descontínuo, finitude/infinitude, constância/mudança, etc.). Como a relação (individual ou coletiva) com um determinado par thematico se concretiza na adesão a um thema desse par e na correspondente recusa do thema oposto, podemos reconhecer que os themata, na sua configuração bifronte ou bipolar característica dos dupletos, encerram, à semelhança dos arquétipos, simultaneamente um sentido positivo e um sentido negativo quanto à percepção que os indivíduos podem ter dos mesmos.

Por outro lado, independentemente de qualquer valoração positiva ou negativa, também os arquétipos podem funcionar em pares de opostos, tal como os themata. Por exemplo, segundo Jung, o par de arquétipos opostos masculino-feminino é um dos vários pares de opostos em que os arquétipos se organizam¹⁸².

2. em que é que os arquétipos se afastam dos themata?

Uma das mais profundas diferenças entre arquétipos e themata é de ordem ontológica. Os arquétipos não devem ser vistos, segundo Jung, como uma espécie de “ideias” inconscientes, porque são elementos determinados quanto à forma e não quanto ao conteúdo:

Sempre me deparo com o mal-entendido de que os arquétipos são determinados quanto ao seu conteúdo, ou melhor, são uma espécie de “ideias” inconscientes. Por isso devemos ressaltar mais uma vez que os arquétipos são determinados apenas quanto à forma e não quanto ao conteúdo, e no primeiro caso, de um modo muito limitado. Uma imagem primordial só pode ser determinada quanto ao seu conteúdo, no caso de tornar-se consciente e portanto preenchida com o material da experiência consciente. Sua forma, por outro lado, (...), poderia ser comparada ao sistema axial de um cristal, que

¹⁸² Cf. Ibid., p. 81.

pré-forma, de certo modo, sua estrutura no líquido-mãe, apesar de ele próprio não possuir uma existência material.¹⁸³

Os arquétipos são, portanto, formas sem conteúdo, que representam possibilidades de determinados tipos de percepção e ação¹⁸⁴. Acrescenta Jung:

O arquétipo é um elemento vazio e formal em si, nada mais sendo do que uma *facultas praeformandi*, uma possibilidade dada a priori da forma da sua representação. O que é herdado não são as ideias mas as formas (...).¹⁸⁵

Ora, os themata não são entidades formais; são, pelo contrário, conteúdos conceptuais, hipotéticos ou metodológicos. Ao contrário do que Jung admite para os arquétipos, os themata podem ser vistos como uma espécie de ideias inconscientes. Uns e outros têm, portanto, uma natureza ontológica radicalmente diferente.

Outra diferença essencial entre arquétipos e themata tem a ver com a origem de uns e outros. A adesão a determinados themata tem a ver com a experiência pessoal, sobretudo na infância e na juventude, e, mesmo enquanto inconscientes, pertencem ao inconsciente pessoal e não devem a sua existência a um eventual inconsciente coletivo geneticamente herdado. Como tal, não são inatos, ao contrário dos arquétipos¹⁸⁶. Estes, enquanto elementos inatos e filogenicamente herdados que existem em todos os indivíduos porque todos são dotados do mesmo inconsciente coletivo, nunca resultam de experiências pessoais, sejam conscientes ou inconscientes. Como afirma Jung:

O inconsciente coletivo é uma parte da psique que pode distinguir-se de um inconsciente pessoal pelo fato de que não deve sua existência à experiência pessoal, não sendo portanto uma aquisição pessoal. Enquanto o inconsciente pessoal é constituído essencialmente de conteúdos que já foram conscientes e no entanto desapareceram da consciência por terem sido esquecidos ou reprimidos, os conteúdos do inconsciente coletivo nunca estiveram na consciência e portanto não foram adquiridos individualmente, mas devem sua existência apenas à hereditariedade.¹⁸⁷

¹⁸³ Ibid., p. 91.

¹⁸⁴ Ibid., p. 58.

¹⁸⁵ Ibid., p. 91.

¹⁸⁶ Cf. Ibid., p. 55.

¹⁸⁷ Ibid., p. 53.

Holton preocupou-se com a origem psíquica e individual dos themata. Nunca se debruçou sobre a origem mais objetiva dos mesmos, nomeadamente uma origem histórica. Jung, por seu lado, recusando qualquer origem ontogénica aos arquétipos, preocupou-se com a origem filogénica dos mesmos. Na perspetiva de Jung, os arquétipos (que, por vezes, designa, imagens primordiais) são tão herdados como os instintos e são, portanto, de origem filogénica, tão antiga quanto a própria espécie humana:

Tais imagens são “imagens primordiais”, uma vez que são peculiares à espécie, e se alguma vez foram “criadas”, a sua criação coincide no mínimo com o início da espécie.¹⁸⁸

Segundo Jung, as experiências mais significativas, como sucessos ou como fracassos, vividas num passado remoto pelos nossos antepassados, ficaram gravadas como arquétipos e são assim hereditariamente transmitidas de geração em geração¹⁸⁹.

Ora, segundo Holton, para além das características psíquicas particulares, a adesão a um thema não é determinada por qualquer herança filogénica, mas depende da tradição e das ideias com as quais alguém entra em contacto, especialmente durante a infância e a juventude. Ou seja, o mapa thematico individual é influenciado por fatores externos, por ideias de alguma forma difundidas e que de alguma forma participam nas experiências pessoais de vida. Pelo contrário, segundo Jung, os arquétipos

não se difundem por toda a parte mediante a simples tradição, linguagem e migração, mas ressurgem espontaneamente em qualquer tempo e lugar, sem a influência de uma transmissão externa.¹⁹⁰

Para que tal possa acontecer, os arquétipos têm de estar inscritos de alguma forma em cada indivíduo, o que, para Jung,

significa nada menos do que a presença, em cada psique, de disposições vivas inconscientes, nem por isso menos ativas, de formas ou ideias em sentido platónico que instintivamente pré-formam e influenciam seu pensar, sentir e agir.¹⁹¹

¹⁸⁸ Ibid., p. 90.

¹⁸⁹ Cf. Scarso, Davide (2006), p. 542.

¹⁹⁰ Jung, C. G. (2000), p. 90.

¹⁹¹ Ibid., pp. 90-91.

Na concepção jungiana, o conhecimento de um objeto só é possível, portanto, pelas formas arquetípicas existentes em cada indivíduo¹⁹². A imaginação está presa a esses arquétipos, de tal forma que, em qualquer época e em qualquer lugar¹⁹³, manifesta esses mesmos arquétipos projetando-os nos objetos. Afirma Jung:

Ora, (...) a projeção é um processo inconsciente automático, através do qual um conteúdo inconsciente para o sujeito é transferido para um objeto, fazendo com que este conteúdo pareça pertencer ao objeto. A projeção cessa no momento em que se torna consciente, isto é, ao ser constatado que o conteúdo pertence ao sujeito.¹⁹⁴

Sendo comum a todos os humanos, este mecanismo projetivo é universal e antigo. Segundo Jung, é responsável desde há milénios pela produção de conceitos nas diversas culturas. Por exemplo, em culturas tão distantes no tempo e no espaço como foram a antiguidade grega e o paleolítico australiano:

Apesar de o preconceito comum ainda acreditar que a única base essencial do nosso conhecimento é dada exclusivamente de fora, e que “nihil est in intellectu quod non antea fuerit in sensu” [nada há no intelecto que antes não tenha existido nos sentidos], a teoria atômica absolutamente respeitável de um LEUCIPO ou DEMÓCRITO não se baseava de modo algum na observação (...), mas sim numa ideia “mitológica” de partículas mínimas já conhecidas pelos habitantes da Austrália central paleolítica, como átomos da alma, partes mínimas animadas.¹⁹⁵

Nesta perspetiva, a noção grega de átomo, embora inovadora para a época,

originou-se de ideias arquetípicas, isto é, em imagens primordiais que nunca são representações de acontecimentos físicos, mas produtos espontâneos¹⁹⁶.

Tais imagens são produtos espontâneos de arquétipos. Neste caso, são produtos espontâneos do arquétipo que Jung designa por *anima*. Os conceitos são, assim, construções alicerçadas em imagens arquetípicas, o que lhes confere indiretamente uma origem muito remota. Ou seja: quando nascem, os conceitos já vêm carregados de história. Segundo Jung,

¹⁹² Cf. Ibid., p. 70.

¹⁹³ Cf. Ibid., p. 72.

¹⁹⁴ Ibid., p. 72.

¹⁹⁵ Ibid., pp. 69-70.

¹⁹⁶ Ibid., p. 70.

(...) não existe *uma* só ideia ou concepção essencial que não possua antecedentes históricos. Em última análise, estes se fundamentam em formas arquetípicas primordiais, cuja concretude data de uma época em que a consciência ainda não *pensava*, mas *percebia*.¹⁹⁷

Holton também reconhece grande antiguidade aos themata. Usando o mesmo exemplo apresentado por Jung, podemos dizer que o atomismo de Leucipo e Demócrito, assim como a mitologia das partículas mínimas do paleolítico australiano, são manifestações concretas do thema do descontínuo (ou discreto), em situação de domínio sobre o thema antitético do contínuo. Este thema tem continuado bem ativo ao longo de milénios e, portanto, também podemos dizer que, numa perspectiva thematica, os conceitos, quando são criados, já vêm carregados de história. Contudo, e ao contrário do que Jung defende para os arquétipos, essa história não está inscrita no inconsciente dos indivíduos. É, pelo contrário, transmitida pela linguagem, pela tradição, por mecanismos de transmissão externa aos indivíduos.

Outra diferença importante. Ao contrário dos arquétipos, os themata não estão fortemente associados a quaisquer símbolos, mitológicos, mágicos, intuídos ou revelados em sonhos e visões; em geral, não se manifestam através de símbolos e a sua análise (a análise thematica) não tem de interpretar linguagens simbólicas. Isto não significa que a imaginação thematica não possa, por vezes, ser influenciada pelo poder dos símbolos – recordemos, por exemplo, o poder que a circunferência exerceu, enquanto símbolo de perfeição, na imaginação thematica de grandes cientistas do passado. Mas, em geral, os mapas thematicos têm a ver com questões estéticas, metafísicas, lógicas e epistemológicas, sem qualquer dimensão simbólica, sobretudo se considerarmos a ciência dos séculos mais recentes.

Em Jung, pelo contrário, os símbolos têm uma importância crucial. Na sua perspetiva, a gestação de símbolos no inconsciente tem a ver com orientação da libido. São os símbolos que atraem e desviam a libido – energia vital em sentido amplo¹⁹⁸ que «denota um desejo ou um impulso livre de qualquer tipo de autoridade, moral ou outra, [...] é

¹⁹⁷ Ibid., pp. 42-43.

¹⁹⁸ Cf. Scarso, Davide (2006), pp. 539-541.

a apetência no estado natural»¹⁹⁹ – do seu caminho instintivo (mais animal) e a canalizam para o desenvolvimento da consciência e da vontade. Este poder orientador e transformador dos símbolos, relativamente à libido, terá atuado fortemente nas remotas experiências significativas dos nossos antepassados que originaram os arquétipos. Mas, quanto aos themata, nem a libido nem os símbolos lhes foram alguma vez associados por Holton. E não se vê razão para que tal acontecesse, sobretudo de uma forma tão umbilical.

Finalmente, ainda mais uma diferença. Na perspectiva jungiana, os arquétipos são os mesmos em todos os indivíduos; podem manifestar-se com algumas diferenças de um para outro, ao atingirem o nível da consciência, mas, enquanto constituintes essenciais de um inconsciente universal, ou seja, de um inconsciente que é o mesmo em qualquer mente individual (porque só há só um inconsciente coletivo), todos os arquétipos possíveis estão presentes em todo e qualquer indivíduo, ainda que nem todos se manifestem no sentir, no pensar e no agir de cada um (ou, ainda que o façam, não se manifestem exatamente da mesma maneira em todos os indivíduos). Mas, embora os themata sejam sempre os mesmos na sua dimensão objetiva (histórica ou transversal), a adesão individual aos themata é um processo seletivo, relacionado com as especificidades psíquicas e existenciais de cada um (contexto cultural, educação, acontecimentos marcantes, relações sociais, influências diversas...), processo seletivo que implica que cada indivíduo adira apenas a uma pequena parte do universo thematico possível. Portanto, e ao contrário do que acontece com os arquétipos, nem todos os themata estão presentes em cada indivíduo. Aliás, nem de outra forma poderia ser, uma vez que muitos dos themata são opostos entre si e a adesão a certos themata implica, por definição lógica, a recusa dos respetivos themata antitéticos.

¹⁹⁹ Jung, C. G. (1973), p. 94. Citado por Scarso, Davide (2006), p. 540.

I.5. *Themata e Obstáculos Epistemológicos*

1. semelhanças óbvias, diferenças profundas

Segundo Bachelard, o conhecimento científico pode ser erradamente considerado objetivo por parte do cientista que o produz. Sem que este se aperceba, uma grande dose de subjetividade, que resulta do seu passado intelectual e afetivo, entranha-se no conhecimento produzido. O trabalho do cientista assenta em «grandes certezas íntimas»²⁰⁰, em «convicções subjetivas»²⁰¹, de que o próprio não tem consciência. São vestígios de um passado individual, de experiências subjetivas, tanto no plano intelectual como no plano sensível e afetivo, podendo mesmo ser «vestígios da experiência infantil»²⁰². Por isso, diz Bachelard, «aquilo que imaginamos serem os nossos pensamentos fundamentais acerca do mundo, não passa, muitas vezes, de confidências a respeito da juventude do nosso espírito.»²⁰³ E acrescenta que:

Quando se apresenta à cultura científica, o espírito nunca é jovem. É mesmo muito velho, porque tem a idade dos seus preconceitos.²⁰⁴

O cientista não é, pois, uma máquina exclusivamente racional; é, pelo contrário, um «homem inteiro com a sua pesada carga de ancestralidade e de inconsciência, com toda a sua juventude confusa e contingente (...).»²⁰⁵

Há aqui muito, mesmo muito, em comum com Holton. Podemos dizer que, também para Holton, um cientista é um homem *inteiro*. E que a ciência é também, e consequentemente, uma atividade *inteira*, no sentido em que é feita por indivíduos que não trabalham como simples máquinas de racionalidade mas como seres humanos completos, ou seja, como seres racionais, sim, mas que trazem consciente ou inconscientemente para o seu trabalho elementos pessoais das suas histórias de vida e dos contextos históricos, culturais e sociais em que se integram.

²⁰⁰ Bachelard, Gaston (1972), p. 130.

²⁰¹ Ibid., p. 15.

²⁰² Ibid., p. 25.

²⁰³ Ibid., p. 9.

²⁰⁴ Bachelard, Gaston (1975), p. 14.

²⁰⁵ Ibid., p. 209.

Para Holton, os *themata* são também grandes certezas íntimas, convicções subjetivas, de que o cientista pode não ter consciência; segundo Holton, são também vestígios da experiência infantil e podem apresentar-se como preconceitos. A ciência pode ser uma exaltação do objetivo mas, afinal, ou melhor, antes de tudo, é uma atividade com fortes determinações subjetivas, marcada pela experiência pessoal vivenciada pelo cientista. Para Bachelard, como para Holton, o conhecimento científico tem sempre uma marca de subjetividade.

À partida, as semelhanças entre os dois pensamentos são, pois, inegáveis e até bastante óbvias. Mas depressa descobrimos profundas dissemelhanças. A primeira é que Holton analisa a presença e as consequências desta subjetividade do trabalho científico numa perspectiva exclusivamente descritiva e compreensiva (a análise *thematica* é, no dizer de Holton, uma análise «descritiva, não prescritiva»²⁰⁶), enquanto Bachelard, pelo contrário, entende e analisa a presença e as consequências da subjetividade no labor científico numa perspectiva assumidamente valorativa e prescritiva, partindo do princípio de que a subjetividade em ciência é sempre negativa e, portanto, qualquer descrição e compreensão das suas manifestações deve, em última instância, servir para identificar e resolver problemas criados por essa mesma subjetividade.

É que Bachelard propõe, não uma simples análise, mas uma *psicanálise do conhecimento objetivo*. A expressão com que Bachelard denomina a sua proposta metodológica remete para a compreensão de realidades psicológicas profundas e atuantes, mesmo estruturantes, no trabalho científico individual mas com o objetivo de erradicar essas determinações subjetivas do trabalho científico. Assim se explica que a filosofia de Bachelard assuma um carácter terapêutico. A construção do conhecimento objetivo é uma atividade em que os elementos psíquicos do sujeito científico são fonte de problemas e devem, por essa mesma razão, ser conhecidos, desconstruídos e retirados da atividade científica ou, pelo menos, do conhecimento produzido pela atividade científica.

²⁰⁶ Holton, Gerald (2005), p. 144.

A proposta bachelardiana é, pois, a de uma «*psicanálise* das convicções subjetivas relacionadas com o conhecimento dos fenómenos», uma «psicanálise especial», «útil como ponto de partida de qualquer estudo objectivo»²⁰⁷. Esta «psicanálise do conhecimento objectivo»²⁰⁸ visa

descortinar a influência dos valores inconscientes na própria base do conhecimento empírico e científico. Precisamos pois de mostrar a luz recíproca que passa constantemente dos conhecimentos objectivos e sociais para os conhecimentos subjectivos e pessoais, e vice-versa. É preciso revelar, na experiência científica, os vestígios da experiência infantil.²⁰⁹

Trata-se de «psicologia de um inconsciente científico»²¹⁰. E a zona do inconsciente em que intervém «tem uma acção determinante sobre o pensamento claro, sobre o pensamento científico.»²¹¹ Pelo que, segundo Bachelard:

É preciso descer mais ao fundo; encontraremos então os valores inconscientes que fazem a *permanência* de certos princípios de explicação. Por meio de uma suave tortura, a Psicanálise deve coagir os sábios [cientistas] a confessarem os seus motivos inconfessáveis.²¹²

Tal como Holton, Bachelard reconhece a profundidade e a inconsciência dos valores subjetivos na atividade científica. Tal como Holton, Bachelard reconhece a permanência de certos princípios de explicação, ou, por outras palavras, padrões intelectuais, a insistência sistemática numa certa forma de ver e explicar o mundo. Tal como Holton, Bachelard defende a existência de motivos inconfessáveis – porque são inconscientes ou porque, estando ao nível da consciência, o cientista prefere reservá-los para si mesmo, na esfera da *ciência privada*. Em todos estes aspetos, Bachelard está muito próximo de Holton; é como se, afinal, a psicanálise de um também fosse a análise do outro.

²⁰⁷ Bachelard, Gaston (1972), p. 15.

²⁰⁸ Expressão introduzida no próprio subtítulo de *La Formation de l'Esprit Scientifique*. Bachelard, Gaston (1975).

²⁰⁹ Bachelard, Gaston (1972), p. 25.

²¹⁰ Bachelard, Gaston (1975), p. 184.

²¹¹ Bachelard, Gaston (1972), p. 28.

²¹² Ibid., pp. 108-109.

Porém, a diferença é abissal. Não porque a análise *thematica* não seja também uma psicanálise. É-o no sentido em que busca as razões profundas, quantas vezes ocultas e inconscientes, possivelmente originárias de um passado longínquo, para certas filias, certas fobias, certos padrões intelectuais, para a permanência de certos princípios de explicação. É-o no sentido em que procura ver o que se esconde por detrás do que é manifesto, desvendando as raízes de opções intelectuais que podem não ser muito claras e compreensíveis se nos restringirmos ao plano analítico-empírico. É-o no sentido em que pode levar os cientistas a confessarem (ainda que involuntariamente) os seus motivos inconfessáveis. Mas uma *psicanálise thematica*, digamos, nunca se assumiria como método terapêutico ou catártico; apenas como simples método compreensivo. A análise *thematica* é certamente, e também, uma questão de psicologia, mas dificilmente será de psicanálise, no sentido terapêutico e catártico do termo. Holton, como vimos, sempre achou que se as origens dos *themata* vierem um dia a ser compreendidas, serão pela psicologia – talvez a psicologia genética de Piaget, investigando a origem dos *themata* nas crianças, ou a psicologia dinâmica de K. Lewin, procurando o lugar dos *themata* na constituição da personalidade. Todavia, sem qualquer finalidade terapêutica e catártica. Recordemos: para Holton, a análise *thematica* é descritiva, não prescritiva. Mas, para Bachelard:

A psicologia do sábio [cientista] deve tender para uma psicologia claramente normativa; o sábio [cientista] deve recusar-se a *personalizar o seu conhecimento*; correlativamente, ele deve esforçar-se por *socializar as suas convicções*.²¹³

(...) toda a cultura científica deve começar (...) por uma catarse intelectual e afectiva.²¹⁴

É preciso que cada um se empenhe em destruir em si próprio essas convicções não discutidas. É preciso que cada um aprenda a fugir à rigidez dos hábitos do espírito formados em contacto com certas experiências familiares. É preciso que cada um destrua, mais cuidadosamente ainda do que as fobias, as suas «filias», as suas complacências em face das intuições primárias.²¹⁵

²¹³ Ibid., pp. 134-135.

²¹⁴ Bachelard, Gaston (1975), p. 18.

²¹⁵ Bachelard, Gaston (1972), pp. 16-17.

Ou seja, para Bachelard, o cientista deve abandonar o espaço da sua ciência privada e deslocar-se para o espaço da ciência pública. Deve abandonar os seus afetos, libertar-se de si mesmo e dos seus fascínios primitivos e inconscientes, e entregar-se ao mundo objetivo, racional e não afetivo.

Segundo Bachelard, há uma «afectividade do uso da razão»²¹⁶ contra a qual se deve lutar. A atividade psicanalítica é, nesse sentido, uma «psicologia *do sentimento de ter razão*»²¹⁷. O cientista tem...

...convicções primeiras endurecidas. É preciso examinar estas «racionalizações» prematuras (...). Elas são a marca de uma *vontade* de ter razão à margem de qualquer prova explícita (...).²¹⁸

Reencontramos aqui uma das características dos *themata*: também estes são uma convicção endurecida e podem sustentar uma vontade de ter razão à margem de qualquer prova explícita, numa «condescendente suspensão da dúvida» de que Holton fala²¹⁹ quando se refere à empedernida insistência em determinadas ideias mesmo quando não há provas que as apoiem ou até quando as provas disponíveis as parecem contrariar. Mas o que é mau aos olhos de Bachelard nem sempre foi mau na história do conhecimento científico. Algumas vezes, tais crenças e teimosias intelectuais conduziram ao erro ou a resultados infrutíferos, mas, noutros casos, este comportamento mais afetivo do que racional já deu bons frutos.

Esta ambivalente capacidade que determinadas convicções muito subjetivas têm de conduzir ao fracasso mas também ao êxito encontra-se exemplarmente expressa, por exemplo, no papel que o *thema* da simplicidade desempenhou na obra científica de Galileu. Como Holton defendeu, na linha do historiador de arte Erwin Panofsky²²⁰, a crença na simplicidade terá contribuído para a animosidade ou, pelo menos, indiferença, que Galileu mostrou pelas elipses orbitais de Kepler. A elipse não é tão simples como a circunferência e na hierarquia da complexidade geométrica é possível

²¹⁶ Bachelard, Gaston (1975), p. 247.

²¹⁷ Ibid., p. 247.

²¹⁸ Ibid., p. 41.

²¹⁹ Recuperando a expressão de Samuel Taylor Coleridge já referenciada atrás.

²²⁰ Cf. Holton, Gerald (1998a), pp. 116-123.

reduzir a elipse à circunferência, fazendo os focos coincidirem. Talvez, por isso, se pudesse mostrar que, na base da hierarquia da aparente complexidade dos movimentos planetários, estavam a circunferência e o movimento circular uniforme (a maior simplicidade possível). Galileu nunca aceitou os movimentos planetários elíticos, apesar de as aturadas observações de Tycho Brahe e de os rigorosos cálculos de Kepler apontarem mesmo no sentido da elipse. Ou seja: o seu apego ao thema da simplicidade conduziu Galileu ao erro. Mas terá sido este mesmo apego que levou Galileu a preferir o heliocentrismo de Copérnico em detrimento do geocentrismo então vigente. Na verdade, do ponto de vista físico, não havia razões para o heliocentrismo levar a melhor sobre o geocentrismo, sendo impossível detetar qualquer movimento terrestre (fosse de rotação ou de translação) recorrendo a alguma experiência física. Pelo que parece não haver qualquer razão “verdadeiramente científica” que justificasse a adesão de Galileu às ideias de Copérnico. Como diz Françoise Balibar, «a convicção de Galileu assenta, portanto, num argumento de simplicidade: é mais simples *para a natureza* (e não apenas para os astrónomos) fazer girar a Terra sobre o seu eixo, do que fazer girar todo o céu em volta da Terra!»²²¹ Neste caso, o apego ao mesmo thema da simplicidade foi uma convicção frutuosa, que conduziu a ciência de Galileu ao sucesso. Ou seja: as mesmas convicções subjetivas tanto podem ser convicções contra as quais convém lutar como, pelo contrário, convicções que convém seguir. À partida, não há forma de o cientista saber quando deve optar por uma atitude ou por outra. Apenas os desenvolvimentos científicos individuais e coletivos poderão mostrar, ao fim de algum tempo, qual a atitude a seguir ou que deveria ter sido seguida.

Daqui decorre uma grande discordância entre Holton e Bachelard, relativa à noção de cientificidade. Para Bachelard, só é científico o conhecimento que for objetivo, puramente objetivo, despido de qualquer subjetividade invasora; o conhecimento que não tiver qualquer marca pessoal do seu criador. Pelo contrário, para Holton, o conhecimento científico integra necessariamente esta marca pessoal. Esta marca pessoal faz parte integrante da ciência.

²²¹ Balibar, Françoise (1988), p. 49.

A visão de Bachelard é bidimensional, restringindo-se ao plano x-y da perspectiva holtoniana, enquanto a visão de Holton é tridimensional, acrescentando um terceiro eixo, o eixo thematico z, fortemente marcado pela subjetividade dos agentes científicos.

A identificação total entre conhecimento científico e conhecimento objetivo, com a rejeição incondicional da subjetividade, fundamentam o carácter normativo e o próprio sentido da psicanálise do conhecimento científico. Psicanalisar o conhecimento científico é torná-lo cada vez mais objetivo, purificá-lo, elevá-lo de um nível pré-científico a um nível verdadeiramente científico. A proposta de Bachelard é absolutamente radical: um conhecimento só é científico se for totalmente objetivo. Mas, independentemente da possibilidade de um conhecimento assim tão “puro”, podemos dizer que nada poderia estar mais afastado da perspectiva de Holton do que este purismo (ou puritanismo) epistemológico. A ciência pública do plano objetivo x-y não apenas convive com a ciência privada do eixo thematico, eixo este sustentado numa certa dose de subjetividade, como interage profundamente com a mesma, constituindo em conjunto, e sem exclusões normativas, a verdadeira e completa atividade científica. É certo que a proposta de Bachelard admite, tal como a de Holton, uma tridimensionalidade do espaço científico, mas tem sempre por intenção declarada o anulamento do eixo z, com vista a uma ciência circunscrita ao plano x-y, tido como o espaço verdadeiramente científico. Ora, na perspectiva holtoniana, o puritanismo bachelardiano não será nunca um refinamento, mas um empobrecimento. Para Holton, a ciência inteira, completa, quer como atividade quer como conhecimento, é sempre um espaço tridimensional. Holton considera, aliás, que é no eixo thematico e não nos outros que se encontram o génio e a criatividade²²². Exorquir a subjetividade seria, assim, mutilar o cientista e a ciência, querendo transformá-los naquilo que não são: figuras planas, sem espessura humana, sem génio nem criatividade; apenas máquina racional sem impressão digital, apenas espaço racional.

Pelo contrário, para Bachelard, a psicanálise do conhecimento objetivo pode e deve ser um instrumento ao serviço da objetividade, um recurso metodológico que todo o cientista deve utilizar para conseguir produzir conhecimentos verdadeiramente

²²² Cf. Holton, Gerald (1975), p. 62, e Holton, Gerald (2005a), p. 521.

científicos (que nunca o serão se não forem verdadeiramente objetivos). É um método de catarse e purificação epistemológicas, orientado no sentido da máxima objetividade possível. Aos olhos de Bachelard, é precisamente aqui que reside a sua utilidade.

2. os obstáculos epistemológicos e os *themata*

É de *obstáculos epistemológicos* que a psicanálise de Bachelard se pretende livrar, no seu esforço catártico rumo à objetividade e também à abstração (que o autor considera ser o «modo de andar normal e fecundo do espírito científico²²³»).

Quando se procura as condições psicológicas dos progressos da ciência, depressa se chega a esta convicção de que *é em termos de obstáculos que é preciso colocar o problema do conhecimento científico*. Não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenómenos, nem de incriminar a fraqueza dos sentidos e do espírito humano: é no próprio acto de conhecer, intimamente, que aparecem, por uma espécie de necessidade funcional, lentidões e turvações. É aí que (...) descobriremos causas de inércia que chamaremos obstáculos epistemológicos.²²⁴

Preconceitos, convicções pessoais, grandes certezas íntimas, valores inconscientes, vestígios da infância, ideias não discutidas, afetividade, filias, vontade de ter razão, são para Bachelard obstáculos epistemológicos que dificultam o progresso em ciência.

Também certos hábitos intelectuais podem ser obstáculos epistemológicos:

Um obstáculo epistemológico incrusta-se no conhecimento não questionado. Hábitos intelectuais que foram úteis e são podem, a longo prazo, entravar a pesquisa.²²⁵

De igual modo, certas ideias valorizadas (que acabam sobrevalorizadas):

Com o uso, as ideias *valorizam-se* indevidamente. Um valor em si opõe-se à circulação de valores. É um factor de inércia para o espírito. Por vezes uma ideia dominante polariza um espírito na sua totalidade. Um epistemólogo irreverente dizia (...) que os grandes homens são úteis à ciência na primeira metade da sua vida, nocivos na segunda metade. O instinto *formativo* acaba por ceder perante o instinto *conservativo*. Chega um

²²³ Bachelard, Gaston (1975), p. 5.

²²⁴ Ibid., p. 13.

²²⁵ Ibid., p. 14.

tempo em que o espírito prefere o que confirma o seu saber ao que o contradiz (...).
Então, quando o instinto conservativo domina, o crescimento espiritual para.²²⁶

Uma ideia pode ser sobrevalorizada e cristalizar-se, tornando-se dominante e polarizando a pesquisa de forma excessiva. Transforma-se assim em obstáculo inconsciente e inultrapassável, fazendo rodar em torno de si todo esforço do cientista, que assim tenderá a produzir cada vez menos conhecimento.

É, pois, possível afirmar que os *themata*, na sua vasta polimorfia subjetiva, correspondem, segundo a perspectiva bachelardiana, a obstáculos epistemológicos.

De facto, os *themata* não são, em si mesmos, elementos negativos (nem positivos) para a atividade científica; são simplesmente elementos fortemente atuantes e condicionantes em todo o trabalho científico e no conhecimento que o mesmo produz. Podem ser bem-sucedidos e conduzir um cientista ao sucesso, à revelia de qualquer prova segura ou até perante provas aparentemente contrárias a esses mesmos *themata*. Também podem conduzir ao erro ou paralisar. Mas o sucesso/insucesso não está inscrito nos *themata*. O sucesso/insucesso dos *themata* depende da complexa conjugação de diversos fatores. No seio dessa complexa e imprevisível conjugação de fatores, os *themata* podem funcionar como obstáculos ou, pelo contrário, como catalisadores epistemológicos.

Os *themata* podem apresentar-se como preconceitos, convicções pessoais, grandes certezas íntimas, valores inconscientes, vestígios da infância, ideias não discutidas, afetividade, filias, vontade de ter razão, hábitos intelectuais, ideias valorizadas e sobrevalorizadas. Mas essa polimorfia subjetiva e pouco racional não faz dos *themata* obstáculos de que o cientista deva imperiosamente desembaraçar-se.

Mais: segundo Holton, é bem possível que de nada valha ao cientista tentar «purgar» os seus *themata* para melhorar as suas qualidades de homem de ciência. Contudo, o exame consciente dos *themata* opostos aos escolhidos poderia ser bem salutar²²⁷.

²²⁶ Ibid., p. 15.

²²⁷ Cf. Holton, Gerald (1998), p. 22.

Os obstáculos epistemológicos atuam, segundo Bachelard, em duas formas de conhecimento – o conhecimento empírico e o conhecimento físico-matemático²²⁸. Relativamente ao conhecimento empírico, estão associados à primeira observação (de que resulta um conhecimento imediato, qualitativo e subjetivo, promovendo certezas prematuras); ao conhecimento geral (generalidades erradas criadas por «extensão abusiva de imagens familiares»²²⁹; ao substancialismo e ao realismo (ideias facilmente aceites sem qualquer discussão); a concepções unitárias, analógicas e pragmáticas acerca da natureza (a que se ligam crenças na sua unidade, na sua perfeição e na sua harmonia); ao animismo nas ciências físicas; e até, surpreendentemente, à libido. Relativamente ao conhecimento físico-matemático, forma de conhecimento capaz, para Bachelard, de provocar descobertas, os obstáculos estão associados às imagens familiares (que considera dificultarem a matematização); à compreensão de um primeiro sistema matemático (este «impede por vezes a compreensão de um novo sistema»²³⁰); e, no plano geométrico, à «valorização inconsciente das formas geométricas simples»²³¹.

Convém ressaltar que os casos estudados por Bachelard referem-se quase na totalidade aos séculos XVI, XVII e XVIII, período que o próprio Bachelard considera como ainda pré-científico, justamente pela imensa difusão e profusão de todos aqueles elementos-obstáculos acabados de referir. Resta saber, e Bachelard não é esclarecedor, se esta difusão e profusão de obstáculos se verifica igualmente em períodos mais recentes, tidos já pelo próprio como mais científicos, e, portanto, se o conhecimento científico mais recente continua a precisar de uma psicanálise vigilante.

A acreditar em Holton, o papel desempenhado por preconceitos, convicções pessoais, grandes certezas íntimas, valores inconscientes, vestígios da infância, ideias não discutidas, afetividade, filias, vontade de ter razão, hábitos intelectuais, ideias valorizadas e sobrevalorizadas, não é a marca de um conhecimento pré-científico mas,

²²⁸ Cf. Bachelard, Gaston (1975).

²²⁹ Ibid., p. 73.

²³⁰ Ibid., p. 22.

²³¹ Ibid., p. 232. Na sequência do que já vimos atrás, é de crer que Holton estaria de acordo com Bachelard ao reconhecer como obstáculo a (sobre)valorização das formas geométricas simples em casos como o da desconfiança com que grandes homens de ciência (com Galileu à cabeça do grupo) receberam as elipses planetárias.

ao invés, continua bem ativo na ciência contemporânea. O papel dos *themata* é um elemento essencial e estrutural de toda a atividade científica. Ao contrário de Bachelard, Holton não divide a história da ciência em estádios – um estágio pré-científico seguido de um estágio verdadeiramente científico, caracterizado pela vitória sobre os obstáculos epistemológicos. O que Bachelard entende como obstáculos, e, portanto, elementos estranhos a uma suposta ciência objetiva, Holton entende como elementos de pleno direito do território científico, como dispositivo determinante, com todas as suas potencialidades e limitações para a atividade científica. A adesão a um conjunto de *themata* não faz do cientista um pré-cientista nem da ciência uma pré-ciência. Os *themata* integram por direito próprio o conhecimento científico.

Onde Bachelard diria que é preciso psicanalisar e desobstruir, Holton diria apenas que é preciso descrever e compreender. Ao contrário da psicanálise do conhecimento, que é para ser feita pelo próprio cientista, e com uma preocupação normativa, a análise *thematica* é para ser feita pelo historiador ou filósofo da ciência, e apenas com uma preocupação descritiva e compreensiva.

3. intuição, imaginação e metáfora

Bachelard desconfia do uso da intuição e da imaginação na construção do conhecimento objetivo. Mas tem a este respeito uma posição bastante ambivalente, pois a sua desconfiança não o impede de reconhecer à intuição e à imaginação um importante valor heurístico.

As intuições são muito úteis: servem para ser destruídas. Ao destruir as suas imagens primeiras, o pensamento científico descobre as suas leis orgânicas.²³²

Bachelard é ainda mais perentório quando afirma:

Nós perfilhamos esse ponto de vista: mais do que a vontade, mais do que o impulso vital, a Imaginação é a própria mola real da produção psíquica.²³³

²³² Bachelard, Gaston (1991), p. 131.

²³³ Bachelard, Gaston (1972), p. 189.

Assim, quanto ao poder da imaginação na atividade científica, diz Bachelard a propósito da imagem que Bohr fez do átomo:

O esquema do átomo proposto por Bohr (...) actuou (...) como uma boa imagem: dela já nada resta. Sugeriu *nãos* (...). Estes *nãos* coordenaram-se felizmente; constituem na verdade a microfísica contemporânea.²³⁴

Verificamos portanto que, para Bachelard, a imaginação pode ser muito útil, a ponto de ser *a própria mola real da produção psíquica*. E é tanto mais útil quanto maior for a possibilidade de negação que permite. Contudo...

...a imagem não se torna psiquicamente activa senão através das metáforas que a decompõem...²³⁵

E, se a imaginação poética não sobrevive sem metáforas, já a atividade científica (que deve orientar-se, como vimos, no sentido da abstração) deve desembaraçar-se das metáforas, porque...

...as metáforas não estão ainda inteiramente *desrealizadas, desconcretizadas*. Resta ainda um pouco de concreto em certas definições sadiamente abstractas. Uma psicanálise do conhecimento objectivo deve reviver e acabar com a *desrealização*.²³⁶

A imaginação deve então ser combatida e dar lugar a uma crescente abstração. Segundo Bachelard, no final de qualquer atividade científica não há lugar para intuições, imaginações metafóricas, sonhos e devaneios. A atividade científica deve tornar-se em algo exclusivamente do domínio do pensamento racional, objetivo, abstrato, discursivo, socializado.

E numa atitude de permanente vigilância face aos obstáculos epistemológicos que podem dificultar a sua atividade, o cientista deverá então assumir como «processo fundamental do conhecimento objetivo» o «processo de retificação discursiva»²³⁷, num «ascetismo intelectual que apaga todas as intuições, que esfria todos os prelúdios, que se defende contra os pressentimentos intelectuais»²³⁸.

²³⁴ Bachelard, Gaston (1991), p. 131.

²³⁵ Bachelard, Gaston (1972), p. 190.

²³⁶ Ibid., p. 124.

²³⁷ Bachelard, Gaston (1975), p. 242.

²³⁸ Ibid., p. 243.

À vasta panóplia de obstáculos epistemológicos que vimos atrás, há, pois, a juntar as intuições primárias, as analogias, as imagens, as metáforas. De início, catalisadores; depois, obstáculos a destruir. Se todas podem ser úteis no início da pesquisa científica (como ponto de partida) e até mesmo necessárias, todo o posterior trabalho do cientista deve, segundo Bachelard, conseguir desembaraçar-se delas e substituí-las por ideias cada vez mais abstratas, discursivas e objetivas (em que não haja qualquer vestígio do ser que as produziu nem qualquer vestígio concreto ou imaginado da realidade observada, mas apenas abstração pura que consegue explicar a realidade através de uma espécie de ascese “purificadora”). Por outras palavras, e na perspetiva de Bachelard, o conhecimento científico é um conhecimento que se desrealiza²³⁹ para conseguir explicar o real.

Ora, este iconoclasmo diligente e progressivo de Bachelard esbarra novamente com a recusa holtoniana em reconhecer qualquer normatividade aos themata e à imaginação que os mesmos possibilitam (a que Holton chama imaginação thematica). Esbarra igualmente com a recusa holtoniana em reconhecer qualquer normatividade a outras formas de imaginação como a imaginação visual (baseada em imagens visuais) e a imaginação analógica/metafórica (baseada em analogias e metáforas). Estes três tipos de imaginação, muito importantes, segundo Holton, na fase nascente das teorias científicas, são instrumentos de trabalho que, tendo grande alcance heurístico, não garantem sucesso. Mas, uma vez mais, a grande diferença em relação a Bachelard é que, apesar do malogro a que possam conduzir, Holton não considera os seus produtos como descartáveis à partida e muito menos empecilhos a deitar fora à primeira oportunidade. Intuições, analogias, metáforas e imagens visuais são entendidas sem juízos negativos e

²³⁹ O que não significa que o conhecimento científico, depois de um processo de abstração, não possa depois contribuir para a produção de novas realidades, ou seja, *realizar-se* através de entidades artificiais. É nesse sentido que, segundo Bachelard, podemos falar de uma *fenomenotécnica*, conceito apresentado pela primeira vez por Bachelard na obra *Le Nouvel Esprit Scientifique* (1934) e que significa a produção de «fenómenos que não estão naturalmente-na-natureza», possibilitados pelo conhecimento científico. Simultaneamente a par e como consequência da produção teórica dos conceitos científicos, a fenomenotécnica corresponde a uma produção material de objetos teóricos. Mas esta produção só é possível, segundo Bachelard, depois de uma prévia desrealização do conhecimento: «Só por uma desrealização da experiência comum se pode atingir um realismo da técnica científica.» Bachelard, Gaston (1986), p. 137.

sem ânsias catárticas. Também aqui a análise thematica revela o seu carácter descritivo e não prescritivo, ao contrário da psicanálise do conhecimento científico.

I.6. *Themata e Episteme*

1. dois olhares profundos

A compreensão dos processos de construção de teorias científicas é, como sabemos, uma das grandes metas da análise *thematica*. Podemos reconhecer, portanto, que, nesse sentido, é uma abordagem que se preocupa com aquilo que fundamenta e possibilita o conhecimento científico.

Também a arqueologia do saber, modalidade de análise proposta por Michel Foucault, interroga o saber «naquilo que o tornou possível»²⁴⁰. Na perspectiva de Foucault, todo o saber tem um «nível arqueológico»²⁴¹, uma fundação reticular complexa, uma teia de relações subterrâneas que constrói e faz emergir as unidades do saber que se dão a mostrar. É nesse nível arqueológico que, devidamente procurados, se encontrarão os elementos e as relações dinâmicas que fundamentam e possibilitam todo o saber, independentemente da área, da época e dos sujeitos que o produzem.

Análise *thematica* e arqueologia do saber são, pois, abordagens analíticas que procuram trazer à superfície e revelar importantes processos que estão por baixo do conhecimento expresso – processos que fundamentam e simultaneamente possibilitam esse mesmo conhecimento, processos que podem estar mais ou menos ocultos, não apenas para os leitores como também para os próprios autores do conhecimento.

Os processos envolvidos são processos relacionais, que convidam ao abandono de uma visão muito rígida de áreas e disciplinas e ao reconhecimento de transversalidades profundas. A arqueologia do saber coloca em questão «recortes ou agrupamentos com que estamos familiarizados»²⁴², como as distinções que opõem e definem ciência, literatura, filosofia, religião, história, ficção. E nesta abordagem transversal do saber e da cultura em geral, abordagem que desvaloriza e esbate fronteiras mais ou menos convencionais entre áreas mais ou menos próximas, mais ou menos distintas, Foucault e Holton estão em boa consonância. Os *themata*, como vimos, são universais;

²⁴⁰ Foucault, Michel (2005), p. 87.

²⁴¹ Ibid., p. 87.

²⁴² Ibid., p. 50.

atravessam domínios muito diversos, funcionam como denominador comum, ligando disciplinas e áreas culturais, possibilitando assim influências constitutivas e estruturantes. As fronteiras são abertas e permeáveis, as distinções tornam-se difusas, o território do saber é um imenso campo de relações.

2. olhares divergentes, com relações ambivalentes

As divergências conceptuais e metodológicas entre arqueologia do saber e análise *thematica* revelam-se cedo. A universalidade é uma propriedade fundamental dos *themata*, certo, mas também a sua continuidade (quer ao longo da história, quer ao longo da vida e da obra dos indivíduos). Mas, para revelar e compreender as condições “ocultas” e complexas que possibilitam a construção do saber, o que é preciso em primeiro lugar, e segundo Foucault, é realizar um «trabalho negativo» - «desembaraçarmo-nos de todo um jogo de noções que diversificam, cada uma à sua maneira, o tema da continuidade»²⁴³:

- a noção de tradição, que «autoriza a reduzir a diferença própria de todo o começo, para se remontar sem descontinuidade na determinação indefinida da origem; graças a ela, podem isolar-se as novidades sobre um fundo de permanência e transferir o seu mérito para a originalidade, para o génio, para a decisão própria dos indivíduos.»²⁴⁴

- a noção de influência, que «fornece um suporte – demasiado mágico para ser possível analisá-lo bem – aos factos de transmissão e de comunicação; que refere a um processo em moldes causais (mas sem delimitação rigorosa nem definição teórica) os fenómenos de semelhança ou de repetição; que liga. À distância e através do tempo – como por intermédio de um meio de propagação – unidades definidas como indivíduos, obras, noções ou teorias.»²⁴⁵

- as noções de desenvolvimento e de evolução, que «permitem reagrupar uma sucessão de acontecimentos dispersos, remetê-los para um só e mesmo princípio organizador

²⁴³ Foucault, Michel (2005a), p. 49.

²⁴⁴ Ibid., p. 49.

²⁴⁵ Ibid., p. 49.

(...), descobrir, já na obra, em cada começo, um princípio de coerência e o esboço de uma unidade futura (...).»²⁴⁶

- as noções de mentalidade ou de espírito, que «permitem estabelecer entre os fenómenos simultâneos ou sucessivos de uma época dada uma comunidade de sentidos, laços simbólicos, um jogo de semelhança e de espelho (...).»²⁴⁷

Ora, estas noções associadas à continuidade são importantes e mesmo fundamentais para a análise *thematica*. Por outro lado, Foucault também diverge de Holton ao desconfiar de entidades como os livros (ou, em geral, os textos) e a obra de um autor. Segundo Foucault, a unidade de um livro «não se constrói senão a partir de um campo complexo de discursos», fruto de «um feixe de relações»²⁴⁸. Um livro «encontra-se preso a um sistema de reenvios para outros livros, outros textos, outras frases: nó numa rede.»²⁴⁹ E:

Quanto à obra, os problemas que levanta são mais difíceis ainda. (...) Uma soma de textos que podem ser denotados pelo signo de um nome próprio. Ora, esta denotação (...) não é uma função homogênea: o nome de um autor denotará da mesma maneira um texto que ele próprio publicou sob o seu nome, um texto que apresentou sob pseudónimo, um outro que terá sido descoberto após a sua morte no estado de esboço, um outro ainda que não passa de um rascunho, de um caderno de notas, de um “papel”? (...) E que estatuto dar às cartas, às notas, às conversas relatadas, às palavras transcritas pelos ouvintes, em suma, a esse imenso pulular de traços verbais que um indivíduo deixa em seu redor no momento de morrer e que falam, num entrecruzamento indefinido, tantas linguagens diferentes?²⁵⁰

Rascunhos, esboços, blocos de notas, cartas, conversas relatadas... Eis, para Holton, as fontes mais primordiais, mais cristalinas, mais desejáveis para qualquer compreensão profunda do trabalho dos cientistas. Votar-lhes a desconfiança que a arqueologia de Foucault lhes reserva é também desconfiar dos fundamentos conceptuais e metodológicos da análise *thematica*. Que estatuto dar àqueles elementos concretos?

²⁴⁶ Ibid., pp. 49-50.

²⁴⁷ Ibid., p. 50.

²⁴⁸ Ibid., p. 51.

²⁴⁹ Ibid., p. 51.

²⁵⁰ Ibid., p. 52.

Um estatuto de primeira linha, responderia Holton. Tal como a um livro, que é certamente um nó numa rede, mas pelas melhores razões, sobretudo se deixar transparecer os fundamentos thematicos da obra (mais geral) do seu autor (deixando-nos compreender a rede thematica pessoal em que esse livro é um nó coerentemente inscrito) e se deixar transparecer o contexto thematico (histórico, cultural, disciplinar) em que se inscreve essa mesma obra. Mas se o primeiro passo da análise arqueológica do saber é uma desconstrução de continuidades e unidades que a análise thematica aceita e valoriza, a divergência de caminhos está traçada.

O objetivo da crítica àquelas formas de continuidade não é, segundo Foucault, rejeitá-las em absoluto mas antes «mostrar que não são óbvias, que são sempre o efeito de uma construção cujas regras se trata de conhecer»²⁵¹, abrindo um novo espaço de análise:

Um domínio imenso, mas que se pode definir: é constituído pelo conjunto de todos os enunciados efectivos (quer tenham sido falados ou escritos), na sua dispersão de acontecimentos e na instância que é própria de cada um deles. Antes de nos confrontarmos, com plena certeza, com uma ciência, ou romances, ou discursos políticos, ou a obra de um autor ou mesmo com um livro, o material que temos de enfrentar na sua neutralidade primeira é uma população de acontecimentos no espaço do discurso em geral. Aparece assim o projecto de uma *descrição dos acontecimentos discursivos* como horizonte para a investigação das unidades que nele se formam.²⁵²

Na análise operada sobre este domínio, a arqueologia do saber distancia-se claramente da análise thematica, no que se refere ao estatuto do sujeito criador (cientista ou não) e à sua integração numa história, nomeadamente de persistência thematica. Isto é muito evidente quando Foucault afirma que:

1. A arqueologia procura definir não os pensamentos, as representações, as imagens, os temas, as obsessões que se escondem ou se manifestam nos discursos; mas os próprios discursos, esses discursos enquanto práticas que obedecem a regras. Não trata o discurso como *documento* (...) cuja opacidade importuna é, muitas vezes, necessário atravessar para se atingir enfim, lá onde se mantém reservada, a profundidade do

²⁵¹ Ibid., p. 54.

²⁵² Ibid., p. 55.

essencial; confronta-se com o discurso no seu volume próprio, a título de *monumento*. Não é uma disciplina interpretativa: não procura um “outro discurso” mais oculto (...).

2. A arqueologia não procura descobrir a transição contínua e insensível que liga, segundo uma inclinação branda, os discursos àquilo que os precede, os rodeia ou os segue. (...) O seu problema é, pelo contrário, definir os discursos na sua especificidade; mostrar em que sentido o jogo das regras utilizado é irreduzível a qualquer outro (...).
3. A arqueologia não se ordena em função da figura soberana da obra; não procura apreender o momento em que esta se arrancou ao horizonte anónimo. Não quer descobrir o ponto enigmático em que o individual e o social se invertem um no outro. Não é nem psicologia nem sociologia, nem mais geralmente uma antropologia da criação. (...) Define tipos e regras de práticas discursivas que atravessam obras individuais, que por vezes as governam inteiramente e as dominam sem que nada lhes escape; mas que por vezes também não regem senão uma parte delas. A instância de um sujeito criador, enquanto razão de ser de uma obra e princípio da sua unidade, é-lhe estranha.
4. Finalmente, a arqueologia não procura restituir o que pôde ser pensado, querido, visado, experimentado, desejado pelos homens no próprio instante em que proferiram o discurso (...). Não se trata de um retorno ao próprio segredo da origem; trata-se da descrição sistemática de um discurso-objecto.²⁵³

É assim que «a arqueologia encontra o ponto de equilíbrio da sua análise no saber – quer dizer, num domínio em que o sujeito é necessariamente situado e dependente, sem que jamais nele possa figurar como titular».²⁵⁴

A arqueologia demarca-se de uma psicologia ou antropologia do saber. Para Foucault, o discurso rege-se por leis autónomas do sujeito; nas suas redes de relações e na sua historicidade, permite a emergência de textos e obras aqui e ali, neste e naquele momento da história, como uma matriz criadora que possibilita ou precipita o aparecimento de um autor (enunciador dessas emergências). Assim sendo, não é o autor que cria e controla o discurso que enuncia; é, pelo contrário, o próprio discurso (pré-existente, presente e utilizado) que possibilita e de certa forma condiciona o aparecimento do autor e a construção dos seus textos e da sua obra. A arqueologia

²⁵³ Ibid., pp. 184-186.

²⁵⁴ Ibid., p. 234.

também se demarca de qualquer sociologia porque o que lhe interessa são, sobretudo, as relações entre os próprios elementos do discurso, e não tanto as relações entre os sujeitos que enunciam o discurso. Neste sentido, a arqueologia é dissonante da análise *thematica*, para quem o sujeito criador e as relações de influência entre sujeitos são muito importantes.

A esta desvalorização, ou mesmo negação, do sujeito enquanto figura nuclear, enquanto unidade autónoma e criadora, corresponde correlativamente uma valorização do discurso em si mesmo.

...se isolamos, relativamente à língua e ao pensamento, a instância do acontecimento enunciativo, não é para disseminarmos uma poeira de factos. É para termos a certeza de não a referirmos a operadores de síntese que sejam puramente psicológicos (*a intenção do autor, a forma do seu espírito, o rigor do seu pensamento, os temas que o assombram, o projecto que atravessa a sua existência e lhe dá significação*) e podermos apreender outras formas de regularidade, outros tipos de relações. Relações dos enunciados entre si (ainda que escapem à consciência do autor; ainda que se trate de enunciados que não têm o mesmo autor; ainda que os autores não se conheçam entre si); relações entre grupos de enunciados assim estabelecidos (...); relações entre enunciados ou grupos de enunciados e acontecimentos de ordem completamente diferente (técnica, económica, social, política).²⁵⁵

Para a análise *thematica* há elementos essenciais, sem os quais o conceito de *thema* ficaria irremediavelmente desvirtuado, e entre esses elementos essenciais estão precisamente os elementos psicológicos dos *themata*, que facilmente podemos associar ao que Foucault quer rejeitar – a intenção do autor, a forma do seu espírito, o rigor do seu pensamento, os temas que o assombram, o projeto que atravessa a sua existência e lhe dá significação. Os *themata* têm, como sabemos, uma natureza subjetiva que, negada, corresponde à negação da própria existência dos *themata*.

Sejamos justos: Foucault não nega a existência desses tais operadores de síntese puramente psicológicos. O que acontece é que a arqueologia do saber não lhes dá, porque assumidamente não lhes quer dar, qualquer atenção, preferindo focar o seu olhar noutros elementos, nomeadamente elementos do discurso, com o objetivo de

²⁵⁵ Ibid., p. 57. Itálico meu.

identificar e descrever relações objetivas entre esses mesmos elementos, independentemente dos sujeitos que enunciam ou que recebem o discurso. Trata-se de uma opção conceptual e metodológica assumida.

O «campo dos enunciados», o «domínio enunciativo», não é «referido a um sujeito individual, nem a qualquer coisa como uma consciência colectiva, nem a uma subjectividade transcendental»; é «um campo anónimo cuja configuração define o lugar dos sujeitos falantes»²⁵⁶. E assim:

A análise dos enunciados efectua-se, portanto, sem referência a um cogito. Não põe a questão daquele que fala, que se manifesta ou se oculta naquilo que diz (...) Situa-se de facto ao nível do “diz-se” – pelo que não se deve entender uma espécie de opinião comum, de representação colectiva que se imporia a todo o indivíduo; não devemos ouvir uma grande voz anónima que falaria necessariamente através dos discursos de cada um; mas o conjunto das coisas ditas, as relações, as regularidades e as transformações que aí se podem observar, o domínio do qual certas figuras, certos entrecruzamentos indicam a posição singular de um sujeito falante e podem receber o nome de um autor. “Não importa quem fala”, mas o que diz, não o diz de qualquer lugar. Ele está preso necessariamente no jogo de uma exterioridade.²⁵⁷

Ou seja: o discurso não tem a marca do sujeito. O sujeito não é uma unidade bem delimitada, mas apenas um nó numa rede, não uma rede de sujeitos mas de discursos, à qual está preso.

Mas, ao considerar que qualquer sujeito «está preso necessariamente no jogo de uma exterioridade», a arqueologia do saber aproxima-se da análise *thematica* na medida em que esta reconhece aos *themata*, a par de uma natureza subjectiva, uma natureza objetiva, graças à qual os *themata* existem e pré-existem independentemente do sujeito que os adota.

Esta objetividade *thematica*, recordemos, manifesta-se na historicidade mas também na transversalidade dos *themata*. E é reforçada pelo carácter abstrato e potencial que faz dos *themata* entidades universais que se concretizam e atualizam em cada domínio do saber mas também em cada sujeito. Trata-se também, e para usar a expressão de

²⁵⁶ Ibid., p. 165.

²⁵⁷ Ibid., pp. 165-166.

Foucault, do *jogo de uma exterioridade*. Ou seja: também na perspectiva *thematica* o sujeito está preso necessariamente no jogo de uma exterioridade.

A relação entre arqueologia do saber e análise *thematica* é, pois, ambivalente. Se divergem em questões como o estatuto das continuidades e do sujeito, convergem quando se focalizam na natureza objetiva do saber e dos seus elementos constitutivos.

3. formação de conceitos e construção de teorias

No espaço de objetividade do discurso, e segundo a perspectiva de Foucault, devemos reconhecer a existência de um «sistema de formação conceptual»²⁵⁸. A análise arqueológica descreve «não as leis de construção interna dos conceitos, não a sua génese progressiva e individual no espírito de um homem, mas a sua dispersão anónima através de textos, livros e obras», processando-se a um nível *pré-conceptual*²⁵⁹, nível esse que é um «lugar de emergência de conceitos»²⁶⁰ situado no próprio discurso.

Em geral,

as regras de formação têm o seu lugar não na “mentalidade” ou na consciência dos indivíduos, mas no próprio discurso; impõem-se, por conseguinte, segundo uma espécie de anonimato uniforme, a todos os indivíduos que tentam falar no interior desse campo discursivo.²⁶¹

Em todo o caso, as regras de formação dos conceitos, qualquer que seja a sua generalidade, não são o resultado (...) de operações efectuadas pelos indivíduos; não constituem o esquema desencarnado de todo um trabalho obscuro, ao longo do qual os conceitos despontariam através das ilusões, dos preconceitos, dos erros, das tradições. O campo *pré-conceptual* deixa aparecer as regularidades e imposições discursivas que tornaram possível a multiplicidade heterogénea dos conceitos, e ainda para além dela a profusão desses temas, dessas crenças, dessas representações que são de bom grado evocadas quando se faz a história das ideias.²⁶²

²⁵⁸ Ibid., p. 93.

²⁵⁹ Ibid., p. 93.

²⁶⁰ Ibid., p. 95.

²⁶¹ Ibid., p. 96.

²⁶² Ibid., pp. 96-97.

Os discursos «dão lugar a certas organizações de conceitos, certos reagrupamentos de objectos, a certos tipos de enunciação, que formam, segundo o seu grau de coerência, de rigor e de estabilidade, temas ou teorias»²⁶³. Assim, os temas e as teorias são, no fundo, jogos de relações que acontecem dentro do próprio discurso e em que há escolhas (que Foucault designa «temáticas»²⁶⁴, «teóricas»²⁶⁵ e também «estratégicas»²⁶⁶), escolhas essas que não resultam de preferências (conscientes ou inconscientes) do sujeito mas antes do próprio jogo de exterioridade em que este está enredado:

As escolhas estratégicas não surgem directamente de uma visão do mundo ou de uma predominância de interesses que seriam pertença própria deste ou daquele sujeito falante; (...) a sua própria possibilidade é determinada por pontos de divergência no jogo dos conceitos²⁶⁷.

Ou seja: enquanto na análise *thematica* devemos reconhecer, quer para a formação dos conceitos, quer para a construção de uma teoria, o contributo de duas bases, uma base *thematica* objetiva e também uma base *thematica* subjetiva, na arqueologia do saber reconhecemos somente uma única base, uma base exclusivamente objetiva que atua dentro do próprio saber e que faz dos sujeitos meros instrumentos para a sua expressão. Aceitar esta perspetiva foucaultiana equivale a reconhecer que a componente *thematica* de um conceito é exclusivamente dotada de historicidade e transversalidade, ou seja, despojada de qualquer vestígio psicológico. O que, obviamente, seria inaceitável para Holton, para quem a marca pessoal do sujeito é indiscutivelmente co-constitutiva dos conceitos e das teorias, e não menos do que são a historicidade e a transversalidade dos *themata*.

4. episteme, arquivo e themata

²⁶³ Ibid., p. 99.

²⁶⁴ Ibid., p. 68.

²⁶⁵ Ibid., p. 103.

²⁶⁶ Ibid., p. 100.

²⁶⁷ Ibid., p. 108.

Vejamos dois elementos fundamentais desse espaço de objetividade do discurso em que incide o trabalho da arqueologia do saber: a *episteme* e o *arquivo*.

A *episteme* é um dos conceitos mais conhecidos de Foucault, que nos diz:

Por *episteme*, de facto, entendemos o conjunto das relações que podem unir, numa dada época, as práticas discursivas que dão lugar a figuras epistemológicas, a ciências, eventualmente a sistemas formalizados; o modo segundo o qual, em cada uma dessas formações discursivas, se situam e se operam as passagens à epistemologização, à cientificidade, à formalização; a repartição destes limiares, que podem coincidir, estar subordinados uns aos outros, ou estar desfasados no tempo; as relações laterais que podem existir entre figuras epistemológicas ou ciências, na medida em que relevem de práticas discursivas vizinhas mas distintas. A *episteme* não é uma forma de conhecimento ou um tipo de racionalidade que, atravessando as ciências mais diversas, manifestaria a unidade soberana de um sujeito, de um espírito ou de uma época; é o conjunto das relações que podemos descobrir, para uma dada época, entre as ciências quando as analisamos ao nível das regularidades discursivas.²⁶⁸

Além disso, a *episteme*, como conjunto de relações (...), permite apreender o jogo das coerções e das limitações que, num momento dado, se impõem ao discurso (...).²⁶⁹

Uma *episteme* é, pois, um campo de relações e de condições de possibilidade do saber, independente dos sujeitos. É epocal, ou seja, caracteriza o saber de uma certa época; mas também é regional, ou seja, caracteriza, numa certa época, uma certa região do saber. Não é global, absoluta, totalizante; restringe-se, pelo contrário, a certas regiões de um território arqueológico mais vasto – o *arquivo*, de que falaremos mais à frente. Podemos descobrir diversas redes de relações dentro da cultura de uma época; e nestas redes podemos reconhecer diversas *epistemes* operando contemporaneamente.

Foucault concretizou a sua análise da *episteme* na obra *As Palavras e as Coisas*, fazendo-a incidir sobre as «relações internas e externas que caracterizam a História Natural, a Análise das Riquezas e a Gramática Geral, como um conjunto específico, e permitem reconhecer nelas uma *configuração interdiscursiva*»²⁷⁰. Esta configuração

²⁶⁸ Ibid., pp. 243-244.

²⁶⁹ Ibid., p. 244.

²⁷⁰ Ibid., p. 206.

interdiscursiva não tem qualquer privilégio; «é apenas um dos conjuntos descritíveis»²⁷¹. É uma episteme – apenas uma das epistemes analisáveis, pertencente ao conjunto de um número à partida indeterminado de epistemes²⁷².

A episteme é uma configuração que condiciona o saber. E condiciona porque se sustenta num pequeno número de conceitos e ideias que são aplicados generalizadamente dentro dessa região do saber e que, dessa forma, funcionam como uma espécie de matriz estruturante. Por exemplo, na episteme da semelhança²⁷³, que Foucault considera ter dominado o saber ocidental até ao séc. XVI, o conhecimento da natureza foi orientado pelo conceito de semelhança e pela ideia de que a natureza é atravessada por relações de semelhança entre os seus elementos. A Renascença rompeu com esta forma de pensar e, na nova episteme clássica, foi a mathesis, a ordem, que estruturou o saber, tendo a análise como método universal²⁷⁴. O início do séc. XIX trouxe a analogia e a sucessão como «princípios organizadores»²⁷⁵ do saber e nesta nova episteme, a episteme moderna, a natureza e as atividades humanas adquirem historicidade, de tal forma que a questão da origem e do devir, a identidade das relações e das funções, a dinâmica das transformações, o jogo da evolução, passam a ter um papel central²⁷⁶.

Este poder orientador de um conceito, de uma ideia, assemelha-se muito ao poder de um thema, que, associado a outros themata, é um conceito orientador fortemente estruturante do saber produzido. E, na medida em que tanto a episteme como os themata são subterrâneos no campo do saber, ou seja, sustentam o que é expresso nas diversas áreas do saber mas não são (ou podem não ser) explícitos, seja para quem recebe seja para quem produz o saber, faz, pois, todo o sentido reconhecer, como certos autores, que a episteme e os themata são «alicerces escondidos do saber»²⁷⁷. Podemos dizer, neste sentido, que os themata (na sua face objetiva, note-se) são uma espécie de elementos arqueológicos; e que uma episteme é uma espécie de configuração thematica. Episteme e themata constituem um espaço de base que condiciona e

²⁷¹ Ibid., p. 207.

²⁷² Ibid., p. 207.

²⁷³ Cf. Foucault, Michel (2005), p. 74.

²⁷⁴ Cf. Ibid., p. 111.

²⁷⁵ Ibid., p. 262.

²⁷⁶ Cf. Ibid., p. 403.

²⁷⁷ Luz, José Luís Brandão (2002), p. 14.

possibilita a construção do saber; um espaço de base objetivo, dotado de historicidade e transversalidade.

Há ainda outras características que aproximam a episteme dos themata: tal como o número de conceitos e ideias que funcionam como princípios orientadores de uma episteme, também o número de themata é reduzido nos mapas thematicos individuais ou de uma certa comunidade; tal como nos mapas thematicos, também na episteme há conceitos, hipóteses e métodos privilegiados; tal como acontece com os themata, também a episteme, enquanto configuração interdiscursiva, promove relações entre distintas áreas do saber.

Poderemos ver os ciclos de ascensão e declínio dos themata como dinamizadores de diferentes e sucessivas epistemes? Ou, ao contrário, os ciclos de ascensão e declínio dos themata como consequências das possibilidades criadas pelas epistemes e, sobretudo, pela dinâmica histórica destas?

Há diferenças, que têm a ver com universalidade e continuidade, que nos fazem ver o espaço thematico como mais profundo e mais vasto do que o espaço das epistemes. A transversalidade thematica é universal, enquanto a transversalidade epistémica é regional. E a historicidade dos themata é contínua – com ciclos de ascensão e declínio, mas contínua, dotada de grande longevidade, por vezes milenar; ao contrário da historicidade das epistemes, descontínua e sujeita ao jogo da configuração e da desconfiguração, do aparecimento e do desaparecimento. Os themata são mais subterrâneos e de alcance mais vasto do que as epistemes; são mais fundamentais; são alicerces de alicerces; as suas ramificações são raízes profundas que atravessam longinquamente as épocas e as áreas do saber. O estrato arqueológico em que se formam as epistemes é um estrato mais superficial. E é mais razoável ver os themata como fatores que contribuem para a dinâmica das epistemes do que o contrário.

Foucault não nos esclareceu acerca dos processos de formação de epistemes; e Holton também não esclareceu a origem dos themata (embora tenha sistematicamente valorizado a questão). Mas, enquanto a arqueologia do saber delimita temporalmente o aparecimento e o desaparecimento de epistemes, a análise thematica deixa em suspenso a origem e o futuro dos themata, deixando a impressão de que os mesmos

remontam à origem da própria razão humana (daí que estejam presentes em mitos muito antigos) e serão tão longevos quanto a razão humana.

As epistemes assemelham-se ao estilo de pensamento de uma época, de que fala Holton. São espaços de partilha, em que os sujeitos se encontram ligados por elementos comuns: certas concepções características que conferem uma marca inconfundível a cada episteme. Podemos dizer que os *themata*, enquanto elementos fundamentais partilhados por uma comunidade numa certa época, enquanto modeladores do estilo de uma época, enquanto concepções dominantes que marcam inconfundivelmente o saber produzido por uma certa comunidade de uma certa época, também modelam as epistemes. Por exemplo, na episteme moderna, a analogia, a sucessão, a transformação, a evolução, podem ser vistas como *themata* dominantes, pelo papel orientador e estruturante que passaram a ter no saber. Ora, essas concepções são precisamente as concepções em que, segundo Foucault, assenta a episteme moderna. Sendo pré-existentes à episteme, podemos dizer que são *themata* que a modelam, que a fundamentam; e que diferentes epistemes fundamentam-se e são modeladas por diferentes *themata*.

Uma episteme assemelha-se a um mapa. Um mapa é um elemento relacional, sendo simultaneamente uma teia de relações concretas e um espaço de relações possíveis. A episteme é, então, como um mapa *thematico* – não individual, não subjetivo, como defende a análise *thematica*, mas extensivo, objetivo. Um mapa em que as impressões digitais não são dos sujeitos mas de diversas áreas do saber em relação numa certa época.

Uma ressalva. A episteme é um campo de relações e de possibilidades, mas no que se refere a domínios científicos, à sua emergência e às suas relações com outros domínios. A arqueologia das epistemes preocupa-se em conhecer o que permite ao saber atingir certos limiares de cientificidade e de formalização. Há, digamos, uma concepção vertical e valorativa do saber (com a ciência formalizada no topo). Na análise *thematica* não se observa esta visão hierárquica; o saber é entendido de uma forma mais horizontal, não ascendente.

Como se disse atrás, as epistemes são regionais, ou seja, existem num território mais vasto, mesmo global – o *arquivo*:

aquilo que faz com que tantas coisas ditas, por tantos homens desde há tantos milénios, não tenham surgido apenas segundo as leis do pensamento, ou apenas segundo o jogo das circunstâncias (...); mas com que tenham aparecido graças a todo um jogo de relações que são características próprias do nível discursivo; com que nasçam, em vez de serem figuras adventícias e como que enxertadas um pouco ao acaso (...); com que, em suma, se há coisas ditas – e só elas –, não devamos perguntar a razão imediata de assim ser às coisas que nelas se encontram ditas ou aos homens que as disseram, mas ao sistema da discursividade, às possibilidades e às impossibilidades enunciativas que esse sistema estabelece. O arquivo é antes de mais a lei do que pode ser dito, o sistema que rege o aparecimento dos enunciados como acontecimentos singulares. Mas o arquivo é também aquilo que faz com que (...) as coisas ditas (...) se agrupem em figuras distintas (...).²⁷⁸

No fundo, o arquivo é o grande sistema em que todos os discursos se formam, é a totalidade textual da cultura de onde emergem todas as práticas discursivas. O arquivo é o mais abrangente, o mais englobante, de todos os elementos arqueológicos. Ou, por outras palavras, o arquivo não é um elemento arqueológico mas sim o próprio mundo arqueológico, gerador, através dos seus sistemas de formação, de todos os diversos elementos do discurso (entre os quais se encontram os conceitos e as teorias, que aqui nos interessam especialmente). O arquivo pode incluir diversas epistemes e é o campo de todos os territórios arqueológicos. Esse vasto espaço do saber é um espaço relacional, antes, durante e após a emergência de um qualquer domínio científico. Em particular, é um espaço em que uma ciência, depois de emergir, se relaciona com outros saberes, sejam ciências (mais ou menos formalizadas) ou áreas não científicas: literatura, filosofia, ideologia, política...²⁷⁹

Mais uma vez a transversalidade, a assemelhar-se à transversalidade *thematica*: os *themata* que operam na atividade científica são os mesmos que operam noutras áreas do saber. Por outro lado, enquanto espaço dinâmico, de aparecimento e desaparecimento de diferentes epistemes ao longo das épocas, enquanto espaço pré-

²⁷⁸ Foucault, Michel (2005a), p. 174.

²⁷⁹ Cf. *Ibid.*, p. 235.

existente e persistente que está para além da efemeridade das epistemes, o arquivo tem também uma existência longitudinal, uma longevidade histórica, tal como o campo thematico.

Assim, se quisermos fazer uma leitura thematica do arquivo, podemos dizer que o arquivo corresponde a um território em que os themata se conservam longitudinalmente nos discursos produzidos, permitindo que os themata existam, persistam e subsistam objetivamente no saber produzido antes, durante e depois da efemeridade do sujeito; e que sustenta a transversalidade dos themata, permitindo que o mesmo thema possa revelar-se nas mais diversas áreas, científicas e não científicas, independentemente dos seus agentes criativos. É uma espécie de suporte existencial e objetivo dos themata, onde os respetivos ciclos de ascensão e declínio vão acontecendo ao longo dos tempos e modelando diferentes epistemes (sucessivas ou contemporâneas).

1.7. *Themata e Pathosformeln*

1. uma visão transversal

Gerald Holton e Aby Warburg comungam de uma visão universal de cultura. Holton denunciou sempre a superficialidade das separações disciplinares, muito especialmente as separações que tradicionalmente opõem as ciências às letras e às artes. A análise *thematica*, ao identificar entidades que se manifestam transversalmente em todas as áreas culturais, científicas e não científicas, e que assumem formas específicas em cada uma dessas áreas, exprime bem um entendimento contextualista de ciência, em que esta é assumida como atividade profundamente integrada na cultura da sua época e como tal deve ser vista, analisada, compreendida e ensinada²⁸⁰. Aby Warburg, por seu lado, procurou também, através de aturados estudos sobre a arte, contribuir para uma *Kulturwissenschaft* unitária, uma «ciência universal da cultura» que substitui as rígidas divisões disciplinares por uma organização interdisciplinar capaz de promover uma rede de ligações entre os saberes²⁸¹.

Com esta comum preocupação (e ocupação) integradora, Holton, no lado da ciência, e Warburg, no lado da arte, aproximaram áreas tradicionalmente desligadas (ou melhor, tradicionalmente entendidas como desligados), dissolvendo uma cultura recortada por numerosas fronteiras superficiais num vasto campo cultural atravessado por raízes comunicantes. Não se trata de substituir fronteiras superficiais por relações superficiais, semelhanças formais ou evocações mútuas, mas de procurar, identificar e compreender uma comunidade de mecanismos e elementos profundos.

Trata-se, em ambos os casos, de procurar e valorizar uma universalidade transversal, de recusar divisões rígidas entre diferentes áreas, de identificar e reconhecer elementos que são comuns e ao mesmo tempo fundamentais, estruturantes, em toda a diversidade

²⁸⁰ Holton deu muita atenção ao ensino da ciência, tendo também aí defendido esta visão contextualista e cultural da atividade científica. Veja-se, por exemplo, o capítulo «Physics and Culture: Criteria for Curriculum Design», in Holton, Gerald (1975), pp. 461-484. No ensino da física, Holton concretizou as suas conceções contextualistas através do Harvard Project Physics, projeto que co-concebeu e coordenou e que, a partir da década de 1960, viria a ter bastante influência no ensino da física (e da ciência em geral), não só nos EUA como em muitos outros países.

²⁸¹ Cf. Guerreiro, António (2006), p. 529.

cultural²⁸². Arte, ciência, literatura, filosofia, política, economia, religião, mitologia... E dentro da arte, as diversas artes; dentro da ciência, as diversas ciências; e assim por diante. Tudo integra o mesmo universo a que chamamos cultura. O olhar de Holton e o olhar de Warburg são olhares integradores que se focalizam em elementos transversais – os *themata* e as *Pathosformeln*²⁸³ – que interligam áreas diversas e que tecem padrões do tecido cultural.

Notemos que não há qualquer ligação direta de Holton com Warburg – não foram contemporâneos, não se conheceram, não se relacionaram, nem tão-pouco Holton, que viveu posteriormente, alguma vez se referiu a Warburg ou manifestou qualquer influência do pensamento deste. Mas recordemos que Holton esteve atento a trabalhos de Erwin Panofsky, importante historiador de arte pertencente ao chamado «círculo Warburg»²⁸⁴, em que se incluem conhecidos autores influenciados pela obra de Warburg²⁸⁵ e pelo seu «método contextualista»²⁸⁶. Num estudo sobre Galileu, Panofsky descobriu, segundo Holton, a resposta para o facto de Galileu não ter aceite as elipses de Kepler. Este caso, que já vimos atrás, é um caso de relações entre ciência e arte, duas dimensões importantes na vida e no pensamento de Galileu, tendo como pano de fundo o ambiente cultural de matriz neoclássica de Florença²⁸⁷. Segundo Panofsky, o ambiente artístico florentino, que cultivava a simplicidade das formas e identificava simplicidade com perfeição, marcou tão profundamente as concepções estéticas de Galileu que estas acabariam por influenciar decisivamente o seu pensamento científico a ponto de recusar a linha “deformada” (logo, imperfeita) da elipse que Kepler descobrira em cada órbita planetária. É, segundo o estudo de Panofsky, um caso paradigmático de profundas relações entre áreas aparentemente muito distantes como a ciência e a arte.

²⁸² Segundo Warburg, esta universalidade atravessa não apenas diferentes áreas culturais mas diferentes culturas civilizacionais, perspectiva que se revelou no estudo que fez de certos cultos animistas dos índios *pueblos* do oeste norte-americano e pelas conexões que estabeleceu entre esses cultos e o paganismo da Antiguidade europeia. Cf. Teixeira, F. T. (2010), p. 144.

²⁸³ Veremos mais adiante o que são estas entidades, cuja existência foi sugerida e teorizada por Warburg.

²⁸⁴ Guerreiro, António (2006), p. 510.

²⁸⁵ Cf. Lins, J. W. (2009).

²⁸⁶ Teixeira, F. C. (2010), p. 138.

²⁸⁷ Cf. Holton, Gerald (1998a), pp. 116-123. O estudo de Panofsky a que Holton se refere é o artigo «Galileo as a Critic of the Arts: Aesthetic Attitude and Scientific Thought», in *Isis*, 47, 1956, pp. 3-15.

Ora, segundo Holton, estas relações profundas e pouco óbvias de que fala o prestigiado historiador de arte operam-se através dos *themata*. Panofsky não identifica entidades que corporizem aquelas relações, mas trabalha numa base transversal e contextual, na linha de Warburg. E, assim, de forma indireta, Warburg e a sua arte contextualizada encontram-se com Holton e a sua ciência contextualizada.

Ao contrário de Holton, que chegou a falar em «arte da imaginação científica»²⁸⁸, Warburg não estudou casos de relações entre ciência e arte, mas trabalhou casos de relações entre diversas áreas como pintura e literatura (nomeadamente poesia). Foi o que aconteceu quando estudou os quadros de Botticelli:

Este trabalho pretende comparar os conhecidos quadros mitológicos de Sandro Botticelli, *O Nascimento de Vénus* e *A Primavera*, com as representações equivalentes que contemporaneamente surgiram na teoria da arte e na literatura poética, exemplificando assim os aspectos da antiguidade que “interessaram” ao artista do Quattrocento.²⁸⁹

A ideia subjacente é a mesma: em cada época, as diversas áreas culturais estão profundamente interligadas. E se a história da arte é, para Warburg, uma parte integrante da história da cultura²⁹⁰, também para Holton a história da ciência é parte integrante da história da cultura.

E assim, vindos de dois lugares da cultura tradicionalmente afastados (e mais do que afastados, quantas vezes considerados opostos), os caminhos de Warburg e Holton convergem e protagonizam um encontro feliz num vasto campo de comunicabilidade cultural. Universalidade, transversalidade, intercomunicabilidade – eis, logo à partida, a proximidade de Warburg e Holton.

2. uma visão longitudinal

Tanto para Warburg como para Holton, as relações entre um autor e a sua época são cruciais para compreender uma obra. Ou seja: em qualquer área, as obras estão

²⁸⁸ Holton, Gerald (1996a), pp. 183-208.

²⁸⁹ Warburg, Aby (1999), p. 89.

²⁹⁰ Cf. Teixeira, F. C. (2010), p. 138.

profundamente ligadas aos seus autores mas também às suas épocas e, por esta via, às mentalidades, às modas intelectuais, às grandes questões existenciais, a outras áreas da cultura, às heranças culturais. Seja na arte, seja na ciência.

Como muitos notaram, nomeadamente alguns comentadores das concepções de Warburg, «as impressões deixadas pelos artistas nas suas obras contam uma história»²⁹¹. Na perspetiva *thematica* do trabalho científico, também os *themata* do cientista se projetam no seu pensamento, nas suas teorias, na sua obra geral, como escolhas e como impressões digitais, contando uma história. E que história contam? A história pessoal do cientista, a história das relações entre o cientista e a sua época, o seu contexto social e cultural, mas também a história das heranças culturais que recebeu de um longo passado. Ou seja: os mapas *thematicos* individuais, como as impressões artísticas individuais, contam histórias pessoais mas também contam histórias que, em larga medida, transcendem os autores, têm vida própria, são independentes dos interesses, do génio, da sensibilidade e de quaisquer idiosincrasias pessoais, fundando-se exclusivamente em elementos de natureza objetiva.

Já vimos que, no caso dos *themata*, esta objetividade manifesta-se não apenas através de uma universalidade transversal mas também de uma persistência histórica. Vejamos que no caso das *Pathosformeln*, de Warburg, também isso acontece.

Nas suas pesquisas, Warburg descobriu «uma rede de fórmulas expressivas universais e transhistóricas (sujeitas, muito embora, a determinações históricas na sua vida póstuma, pois elas não são pura e simplesmente transmitidas como algo a imitar: cada época tem a sua maneira de as selecionar, reanimar e intensificar), presentes em todas as produções simbólicas da humanidade e não apenas na arte»²⁹².

Warburg chamou *Pathosformel*²⁹³ (fórmula de *pathos*, associada a emoções) a cada uma destas fórmulas expressivas universais e transhistóricas. A sua universalidade manifesta-se transversalmente, na medida em que estão presentes em todas as áreas disciplinares. E a sua transhistoricidade manifesta-se pela persistência, pela longevidade, pela sobrevivência ao longo da história humana. Por exemplo, no referido estudo sobre as

²⁹¹ Lins, J. W. (2009), p. 4.

²⁹² Guerreiro, António (2006a), p. 512.

²⁹³ Warburg, Aby (1999), p. 555.

pinturas de Botticelli, Warburg identificou as mesmas *Pathosformeln* presentes na pintura e na literatura renascentistas (manifestação de universalidade transversal), assim como na Antiguidade e no Renascimento (manifestação de transhistoricidade). E a propósito da mesma linguagem gestual expressa numa variedade de desenhos renascentistas sobre a morte de Orfeu, poeta da mitologia grega, Warburg escreveu que esses mesmos desenhos

forneem provas quase idênticas do vigor com que esta fórmula emotiva autenticamente arqueológica [*Pathosformel*], baseada num antigo Orfeu ou Penteu, se enraizou nos círculos artísticos da Renascença.²⁹⁴

Estas *Pathosformeln*, como todas as *Pathosformeln*, não são conteúdos, não são motivos figurativos, mas fórmulas que traduzem certos valores expressivos²⁹⁵. São, como vimos nas palavras de Warburg, «fórmulas emotivas»²⁹⁶.

No caso concreto da época renascentista, as *Pathosformeln* identificadas por Warburg estão associadas a movimentos e gestualidades expressivas do corpo, recuperados da Antiguidade greco-romana. Estes movimentos e gestos são diversos e podem expressar-se de diversas formas, carregadas de simbolismo, como acontece, por exemplo, com a figura da Ninfa, um símbolo de beleza sensual e êxtase que se tornou um dos elementos mais atrativos para os artistas do Renascimento²⁹⁷. Ou seja: as *Pathosformeln* são fórmulas para a expressão de certos valores emotivos sob determinadas formas simbólicas.

Ora, como vimos no confronto dos themata com os arquétipos de Jung, os themata, em geral, não se manifestam através de símbolos e a sua análise (a análise thematica) não tem de interpretar linguagens simbólicas. Há aqui, portanto, uma clara diferença entre os themata de Holton e as *Pathosformeln* de Warburg.

No entanto, alguns casos, como o da circunferência como símbolo de perfeição, por oposição à elipse como símbolo de imperfeição, mostram que, mesmo em domínios não

²⁹⁴ Ibid., p. 555.

²⁹⁵ Guerreiro, António (2006a), p. 513.

²⁹⁶ Expressão de Warburg também usada noutras passagens, como em «Francesco Sassetti's Last Injunctions to His Sons», in Warburg, Aby (1999), p. 249.

²⁹⁷ Warburg, Aby (1999), p. 381.

artísticos como a astronomia, a física e a geometria, os *themata* (estéticos e metafísicos) podem expressar-se de forma simbólica, ainda que esta não seja admitida e apresentada pelos autores.

Mas casos como este aconteceram num passado já distante. Na história da física mais recente, Holton não detetou qualquer presença do simbólico na atividade científica. Assim como não detetou traços religiosos, ao contrário do que aconteceu com importantes teorias científicas do passado (de Kepler a Newton, por exemplo). Se o abandono do simbólico e o abandono do religioso, ambos ocorridos ao longo dos últimos séculos da história da ciência, são simples coincidências históricas ou se, pelo contrário, fazem parte de algum processo comum, eis uma questão a solicitar profundo estudo.

Voltando às *Pathosformeln*, importa reconhecer que são fórmulas antigas, recorrentes, que sobrevivem à passagem do tempo histórico e ressurgem em certas épocas. Esta propriedade é designada por Warburg como *Nachleben*, palavra alemã de difícil tradução, mas que pode designar *vida póstuma*, *sobrevivência*, *pós-vida*,²⁹⁸ e que justifica plenamente aquilo que Warburg entende como «psicologia histórica da expressão humana»²⁹⁹ – uma análise que procura revelar a presença da história, ou melhor, da memória histórica nas obras dos autores de uma determinada época.

As *Pathosformeln* são «cristais de memória histórica»³⁰⁰ (também dita «memória coletiva»³⁰¹, «memória da humanidade»³⁰², «memória cultural»³⁰³). E a sua recorrência corresponde a um processo transhistórico de *renascimentos*, «mecanismo inconsciente, próprio da memória colectiva»³⁰⁴. O chamado Renascimento teria sido justamente um ressurgimento de certas *Pathosformeln* da Antiguidade, uma manifestação concreta de *Nachleben* dessas *Pathosformeln*³⁰⁵, uma manifestação concreta da «memória colectiva

²⁹⁸ Veja-se, a propósito das diferentes traduções possíveis, a discussão de Teixeira, F. T. (2010), p. 136, e de Guerreiro, António (2006a), p. 519.

²⁹⁹ Warburg, Aby, citado por Lins, J. W. (2009), p. 1.

³⁰⁰ No dizer de Agamen, citado por Teixeira, F. T. (2010), p. 142.

³⁰¹ Warburg, Aby, citado por Guerreiro, António (2006a), 513.

³⁰² Guerreiro, António (2006a), p. 513.

³⁰³ Teixeira, F. C. (2010), p. 136.

³⁰⁴ Guerreiro, António (2006a), p. 513.

³⁰⁵ E, nesta perspetiva, não deveria chamar-se Renascimento porque as fórmulas retomadas nunca morreram, antes sobreviveram. Warburg criticou a descontinuidade associada ao sentido oitocentista de renascer ou redespertar da Antiguidade. Cf. Teixeira, F. C. (2010), p. 136.

européia enquanto poder formador de estilo»³⁰⁶ de uma época específica, num contexto geográfico e cultural específico.

Por vezes, as *Pathosformeln* são referidas como sendo «as *Nachleben*»³⁰⁷, o que, não sendo totalmente preciso, por confundir a entidade (*Pathosformel*) com a sua capacidade de sobrevivência (*Nachleben*), não é uma classificação de todo incorreta porque entende as *Pathosformeln* como as sobreviventes. Esta forma de referir as *Pathosformeln* relaciona-se com o facto de as mesmas serem frequentemente entendidas como imagens: imagens que migram, que sofrem deslocações históricas e geográficas, permanecendo como «vida em movimento»³⁰⁸, imagens primordiais³⁰⁹, imagens persistentes, imagens vivas, imagens sobreviventes (as sobreviventes, as *Nachleben*) à efemeridade dos indivíduos e das épocas. Como diz Agamben:

As imagens que compõem a nossa memória (...) são vivas, mas sendo feitas de tempo e de memória, a sua vida é sempre já *Nachleben*, sobrevivência, estando sempre já ameaçada e prestes a assumir uma forma espectral.³¹⁰

Uma forma espectral que garante a sua potencialidade, a sua latência, isto é, a sua possibilidade de posteriormente reviverem e assumirem novas formas – «de um ponto de vista morfológico (...), a vida póstuma das imagens consiste em variações fenoménicas de uma invariante que é o *Pathosformel*.»³¹¹ É como se as *Pathosformeln* fossem entidades imortais, adormecidas e esquecidas quando o contexto não lhes é propício ou não sente a sua falta, mas sempre prontas, nesse estado de potencialidade, a regressar e a contribuir, sob pequenas variações, para a cultura de uma nova época.

Ora, esta persistência e esta potencialidade das *Pathosformeln* podem ser postas em paralelo com a longevidade e a potencialidade abstrata que permitem a um mesmo thema persistir na história e assumir diferentes formas concretas em diferentes épocas. Por exemplo, o thema do descontínuo (ou discreto) tem atravessado toda a história da física, tendo começado por assumir a forma de partícula material indivisível (significado

³⁰⁶ Warburg, Aby, citado por Guerreiro, António (2006a), p. 513, a propósito da sua Biblioteca.

³⁰⁷ Ibid., p. 518.

³⁰⁸ Ibid., p. 513.

³⁰⁹ Cf. Teixeira, F. C. (2010), p. 143.

³¹⁰ Agamben, citado por Teixeira, Ibid., p. 143.

³¹¹ Guerreiro, António (2006a), p. 516.

literal de *átomo*) na Antiguidade grega, ressurgindo cerca de dois milénios mais tarde na forma de corpúsculo material ou luminoso, e assumindo posteriormente a forma de átomo (mas agora divisível), de partícula material subatômica, de partícula elementar, de quantum de energia, de molécula... O núcleo conceptual e original é sempre o mesmo: o thema do discreto, uma invariante que ao longo das épocas se vai manifestando em diferentes variações fenoménicas. Como se o discreto fosse uma espécie de *Pathosformel* da física.

Em Warburg, as *Pathosformeln* funcionam como «energias psíquicas primordiais»³¹² «ativadas pela memória cultural»³¹³ que, na sua persistência temporal, implicam uma conceção de história em que «o passado nunca é tempo concluído, pois está constantemente a emergir no presente sem que este o possa dominar»³¹⁴. Por isso, cada obra é dotada de um certo anacronismo³¹⁵, participando de várias épocas porque contém elementos próprios da época em que é produzida mas também de épocas passadas. Anacrónica mas não a-histórica; pelo contrário, a obra é carregada de história, não uma história linear, progressiva, mas uma história recorrente, uma história de sobrevivência, de permanência, uma transhistória.

Como acontece na análise *thematica* de Holton, estamos perante entidades fundamentais com origens remotas (tão remotas que não se consegue localizar a sua origem no tempo) que persistem ao longo da história e se manifestam em determinadas épocas e em obras individuais. E só se manifestam, ou ressurgem, porque a humanidade, como cada um dos humanos, tem uma memória. Uma memória coletiva que assegura tanto a persistência das *Pathosformeln* como a dos *themata*. Uma memória que garante tanto a potencialidade das *Pathosformeln* como a dos *themata*. Em ambos os casos, a memória coletiva é um *continuum* longitudinal impregnado de *potencialidade thematic* e *nachleben pathica*.

Notemos que, para Warburg, a importância dessa memória coletiva é tão fundamental, que grande parte da sua vida foi dedicada à criação e à consolidação da sua original

³¹² Teixeira, F. C. (2010), p. 144.

³¹³ Ibid., p. 136.

³¹⁴ Guerreiro, António (2006a), p. 514.

³¹⁵ Cf. Lins, J. W. (2009), p. 4.

biblioteca, à entrada da qual colocou o nome *Mnemosyne*, palavra grega que significa Memória, onde pretendeu «mostrar a função da memória colectiva europeia enquanto poder formador de estilo, assumindo como constante a cultura da Antiguidade pagã.»³¹⁶

Holton, por seu lado, nunca se refere à existência de uma memória coletiva para defender a persistência dos themata. Aliás, a longevidade histórica destes nunca foi equacionada por Holton como um problema a analisar, despreocupação teórica que não é certamente alheia ao facto de, para Holton, o problema da origem e da natureza dos themata ser essencialmente uma questão psicológica, não histórica. Mas, a meu ver, não há razões para recusarmos aos themata a inscrição numa memória coletiva, numa memória cultural da humanidade, ao estilo warburgiano.

De facto, os ciclos de ascensão e declínio dos themata, ligados a estados de latência à espera de um contexto favorável ao seu ressurgimento, são razões fortes a favor do reconhecimento de uma memória coletiva, não ao estilo de Jung (como entidade inconsciente geneticamente transmitida), mas ao estilo de Warburg (como entidade sujeita unicamente a mecanismos de transmissão históricos). Por exemplo, o ressurgimento do discreto como thema forte no estudo da composição (material e energética) do mundo químico e físico, assemelha-se a um *renascimento*, no sentido warburgiano, de uma ideia (metafísica e científica) que ficara adormecida durante milénios mas que, qual *Nachleben*, sobreviveu e, tendo encontrado contextos históricos propícios, regressou aos “quadros” científicos. Neste regresso, até a palavra *átomo*, cunhada na Antiguidade grega, *renasceu*. E foi tal o ímpeto transformador com que o *átomo* (no sentido thematico de entidade discreta) irrompeu na dinâmica descobridora e criadora da ciência moderna que são hoje conhecidos milhões de diferentes *átomos* (no sentido thematico, desde os quarks às macromoléculas, naturais ou sintetizadas). Como se, à semelhança do que acontece com as *Pathosformeln*, o atomismo (outro nome possível para o thema do discreto) funcionasse como energia primordial capaz de provocar ou, pelo menos, favorecer, uma grande dinâmica na atividade científica.

A memória coletiva que assegura a sobrevivência das *Pathosformeln* é uma memória de experiências emotivas da humanidade³¹⁷. Por seu lado, em Holton, o que assegura a

³¹⁶ Warburg, Aby, citado por Guerreiro, António (2006a), p. 513.

³¹⁷ Cf. Guerreiro, António (2006a), p. 518.

longevidade histórica dos themata parece, à partida, nada ter que ver com experiências emotivas da humanidade mas sim com possibilidades metafísicas, estéticas, lógicas ou epistemológicas relativas à própria realidade (seja natural ou humana) e aos processos de conhecimento. Podemos dizer, nesse sentido, que é na realidade e nas modalidades de conhecimento de que a humanidade dispõe que estão inscritos os themata (mais precisamente a sua componente objetiva). Contudo, é preciso assinalar que, quando se trata de themata estéticos, o que está em jogo também é de ordem emotiva; e a relação com tais themata também pode ser uma experiência emotiva (pessoal ou coletiva), sendo as preferências thematicas condicionadas por valores emotivos associados à sensibilidade estética. Aliás, como Holton observou algumas vezes, a defesa ou a recusa de um thema pode ser uma atitude mais emotiva (quantas vezes verdadeiramente apaixonada) do que racional. É nessa emotividade pessoal que reside grandemente (para o melhor e para o pior) a força de um thema. Pelo que, independentemente de podermos ou não falar de uma memória coletiva como garante da longevidade histórica dos themata, também nesta persistência as experiências emotivas são relevantes.

3. a polaridade e a antítese

As *Pathosformeln* não são recebidas e adotadas de uma forma passiva. Ao herdar a memória coletiva e as suas *Pathosformeln*, cada época transforma a herança de acordo com as suas exigências³¹⁸:

Cada época selecciona e elabora determinadas *Pathosformeln* à medida das suas necessidades expressivas, regenerando-as a partir da sua energia inicial. Em contacto com a «vontade selectiva» de uma época, elas intensificam-se, reactivam-se, carregam-se de um significado que entra em conflito com um pólo oposto, isto é «polarizam-se».³¹⁹

³¹⁸ Cf. Ibid., p. 514.

³¹⁹ Ibid., p. 514.

Para Warburg, a *polaridade* é uma categoria interpretativa dos fenómenos culturais, ao considerá-los enredados em relações bipolares: cultura antiga versus cultura moderna, cristianismo versus paganismo, pensamento lógico versus pensamento ilógico, etc.³²⁰.

É por isso que a tradição não é, para Warburg, «uma corrente linear em que o que vem depois imita ou é influenciado pelo que está antes (a ideia mais comum de influência perde, aliás, todo o sentido), mas um mecanismo que implica conflito, discussão entre o presente e o passado.»³²¹

Por exemplo, a ninfa que podemos observar no quadro renascentista *Nascimento de São João Baptista*, de Domenico Ghirlandaio, constitui, na perspetiva warburgiana, uma manifestação de uma *Pathosformel* pagã numa cena cristã. Esta bipolaridade (cristianismo face a face com paganismo), esta antítese interna da obra, é ilógica: a ninfa é uma espécie de intruso, a sua presença não bate certo, não joga logicamente, com o acontecimento que se pretende representar e com o contexto em que aparece. Este exemplo, de um dos pintores renascentistas estudados por Warburg, mostra que a adesão às *Pathosformeln* resulta de uma espécie de fascínio que, ao colocar «forças inconscientes em conflito»³²², conduz a elaborações intrinsecamente conflituosas, elaborações onde o impulso se pode sobrepor à razão e onde o sentido pode ser mais simbólico do que lógico. Da mesma maneira, também a fidelidade aos themata introduz um elemento de irracionalidade no trabalho do cientista.

Em Warburg, a polaridade fundamental é de inspiração nietzshiana: o apolíneo e o dionísico³²³ – ou seja: a harmonia, o equilíbrio, a serenidade, por um lado, e o desequilíbrio, o excesso, o erotismo, a violência, por outro. Sendo «a erupção de uma emoção primitiva através da crosta do autocontrolo cristão e decoro burguês»³²⁴, a ninfa é um elemento dionísico. E assim, no exemplo em causa, a presença da ninfa acaba

³²⁰ Ibid., p. 514.

³²¹ Ibid., p. 515.

³²² Teixeira, F. C. (2010), p. 143.

³²³ Cf. Guerreiro, António (2006a), p. 514. Também Holton recorreu a esta polaridade dionísico-apolíneo, mas para problematizar a relação com a racionalidade, chamando novos dionísicos aos que no séc. XX proclamavam os limites da razão e, em particular, da razão científica, e novos apolíneos os que, do lado oposto, enalteciam empedernidamente o poder da razão e, em particular, da razão científica. Cf. Holton, Gerald, «Dionysians, Apollonians, and the scientific imagination», I «L'imagination scientifique: dionysiens et apolliniens», in Holton, Gerald (1998), pp. 84-110.

³²⁴ Gombrich, E. H., citado por Teixeira, F. C. (2010), p. 142.

por criar uma tripla polaridade: cristianismo versus paganismo, lógico versus ilógico, apolíneo versus dionísico.

Ora, recordemos que também uma grande parte dos *themata* funciona por antítese, manifestando uma ontologia bipolar: contínuo/descontínuo, finitude/infinitude e por aí adiante. Mais: a dinâmica que anima alguns profundos debates dentro de uma certa área disciplinar é, segundo a análise *thematica*, uma manifestação de disputa entre *themata* antitéticos. E tal como estas profundas oposições *thematicas* podem animar o saber e conduzir a novos resultados (relembremos o caso da disputa entre contínuo e descontínuo na mecânica quântica que acabou por conduzir ao princípio da complementaridade), também as tensões bipolares que Warburg associou à dinâmica das *Pathosformeln* animam a história e produzem resultados interessantes, porque

quando equilibradas no interior de um mesmo indivíduo – quando em vez de se aniquilarem uma à outra, se fecundam mutuamente e ampliam o alcance da personalidade – têm o poder de conduzir às mais nobres conquistas da civilização. Foi esse o solo em que desabrochou o Renascimento florentino inicial. (...) Os produtos artísticos nascidos da conciliação entre Igreja e Mundo, entre antiguidade clássica e presente cristão, exalam todo o imenso entusiasmo de uma nova e ousada experiência.³²⁵

A diferença é que a dialética *thematica* opõe uns autores a outros e não se manifesta, portanto, dentro de um mesmo indivíduo e dentro de uma mesma obra (obra que, *thematicamente*, tende a aproximar-se de uma unidade coerente), ao contrário do que acontece nas dialéticas em que as *Pathosformeln* participam. Aí o conflito opõe não autores mas mundividências e, ao atuar no interior da mente de um autor, pode dar a ver-se numa mesma obra, como no referido exemplo da pintura de Ghirlandaio.

Cada época acolhe certas *Pathosformeln* e ignora ou recusa outras. A recorrência das *Pathosformeln* indicia a existência de preferências, a nível coletivo, porque expressa uma escolha de certas fórmulas em detrimento de outras possíveis. Essas preferências são duplas preferências: referem-se, por um lado, aos valores emotivos escolhidos e, por outro, à forma de os exprimir simbolicamente.

³²⁵ Warburg, Aby (1999), pp. 190-191.

E, assim, sendo dotadas de *Nachleben*, as *Pathosformeln* acabam por estar sujeitas a ascensões e declínios ao longo da história, tendo cada época as suas *Pathosformeln* dominantes. Como já vimos, este fenómeno acontece também com os *themata*, mas convém assinalar uma nuance.

Vimos atrás que as *Pathosformeln* funcionam, enquanto entidades de memória coletiva, como modeladoras de estilo. Mas esse estilo é um «estilo público»³²⁶, partilhado, social, epocal; não um estilo pessoal. Por exemplo, a ninfa enquanto *Pathosformel* está presente em diversos artistas do Renascimento, constituindo por isso uma marca artística dessa época; não é uma marca pessoal e distintiva deste ou daquele artista renascentista, de alguma forma ligado a outros artistas do passado, mas um elemento epocal e distintivo da arte de uma época em profunda ligação com outra época (a Antiguidade). As relações são temporais (entre épocas históricas) mais do que sociais (entre indivíduos).

Assim, na perspetiva de Warburg, um autor é mais mediador do que sujeito criador – um «mediador físico de figuras em que a sociedade civil aclimata as suas audácias, os seus medos e as suas festas propiciatórias»³²⁷. Os impulsos, os interesses, os *pathos*, os valores emotivos, expostos nas suas obras, não são verdadeiramente seus, mas da memória coletiva que se manifesta na sua época através de si e das suas produções intelectuais. Mais do que uma psicologia, cada obra manifesta uma «cosmologia mental»³²⁸ epocal.

Este fenómeno *nachlebeniano* tem paralelismo com a manifestação objetiva dos *themata* ao longo da história. Mas Holton não valoriza a persistência histórica objetiva em detrimento da personalização dos *themata*. Na sua perspetiva, e embora nunca o diga explicitamente, um *thema* é sempre simultaneamente (e igualmente) subjetivo e objetivo.

Recordemos que, também para Holton, cada época tem as suas questões e conceções características, «que lhe conferem a sua inconfundível modernidade»³²⁹. Essa

³²⁶ Imbert, C. (2003), p. 16.

³²⁷ Ibid., p. 13.

³²⁸ Ibid., p. 16.

³²⁹ Holton, Gerald (1975), p. 115.

modernidade corresponde a um certo «estilo de pensamento pessoal e social contemporâneo»³³⁰ – de tal forma que, ao longo da história, «a existência de uma relação estilística entre os diferentes trabalhos de um certo período mantém-se constante.»³³¹ Trata-se de uma concepção muito semelhante à perspectiva de Warburg. Mas Holton enfatizou sobretudo o papel dos themata como modeladores de estilo pessoal (ou, quando muito, de um grupo profissional muito restrito), um estilo que se define a partir de um mapa thematico específico e se distingue pelas diferenças, por vezes finas, entre um mapa thematico e os mapas thematics de outros autores (ou pequenos grupos) contemporâneos. E, ao contrário do que acontece com as preferências expressas na recorrência das *Pathosformeln*, que são preferências coletivas, históricas, epocais, as preferências thematics são, na perspectiva holtoniana, essencialmente de natureza pessoal e psicológica. Vemos que o indivíduo, e o seu contributo, são mais valorizados nos themata de Holton do que nas *Pathosformeln* de Warburg.

Mas, independentemente da importância atribuída ao sujeito, tanto os themata como as *Pathosformeln* conseguem atuar inconscientemente, funcionando como forças psíquicas involuntárias que dominam o indivíduo nas suas concepções e produções intelectuais.

³³⁰ Ibid., p. 101.

³³¹ Ibid., p. 95.

I.8. O que é um thema, afinal

Depois de analisar a obra de Gerald Holton em busca de uma clarificação do conceito de thema e de uma taxonomia para os themata, e depois de, por inspiração do próprio Holton, proceder a um estudo comparativo com outros conceitos, posso agora ensaiar uma síntese (necessariamente provisória) que delimite melhor o conceito de thema (ou themata).

Um thema pode ser longitudinal e transversal: tem longevidade histórica e universalidade disciplinar e cultural. No que diz respeito à longevidade histórica dos themata, Holton assinala que já em mitos cosmogônicos muito antigos podemos identificar componentes thematicas³³². Nesse sentido, é razoável afirmar que os themata são tão antigos como a razão humana, por serem entidades estruturantes do pensamento, em geral, e do pensamento acerca do mundo, em particular. Causalidade; ordem, caos; certeza, incerteza; simplicidade, complexidade; unidade, multiplicidade; determinismo, indeterminismo; constância, mudança; finito, infinito; vazio, pleno; análise, síntese; ordenação; projeção antropomórfica; quantificação; etc. – sejam referentes ao mundo ou referentes ao conhecimento do mundo, e designados ou não como themata, elementos como estes estão presentes de forma fundamental em qualquer exercício racional, nomeadamente acerca do mundo. É que, como diria Einstein, «pensar sem pressupor categorias e conceitos em geral seria tão impossível como respirar no vácuo»³³³.

Mas a persistência histórica dos themata não é uma sobrevivência linear, uma simples sobrevivência ao longo do tempo; é, pelo contrário, um processo dinâmico e complexo. Com efeito, um thema é uma entidade potencial que se atualiza e concretiza num determinado contexto e sob determinada forma: não cristaliza formalmente. Pelo contrário, vai-se transformando ao longo do tempo, assumindo novas formas em novos contextos. Para além disso, a sua importância e a sua visibilidade estão sujeitas a ciclos

³³² É o caso, referido por Holton, da cosmogonia do *Génese*, que nos revela uma origem thematica muito anterior ao nascimento da filosofia e da ciência. Cf. Holton, Gerald (1975), p. 60.

³³³ Citado por Holton, Gerald (2005), pp. 149-150.

de ascensão e declínio, numa dinâmica temporal que, frequentemente, está associada a disputas com um thema oposto (o antithema).

Neste processo dinâmico e complexo de persistência histórica, um thema assemelha-se a uma *Pathosformel* warburgiana. Por um lado, porque é um elemento migratório que sobrevive (qual *Nachleben*) à passagem do tempo, migrando de épocas antigas para épocas modernas mas sendo reinventado de cada vez que reaparece, numa espécie de renascimento revisto e transfigurado (tal como uma *Pathosformel*, um thema é um elemento *crónico*, no sentido em que persiste cronologicamente, ainda que sob diferentes manifestações). Por outro lado, porque é frequentemente um elemento dialético, de tensão, que opera por oposição a outro.

Na sua persistência histórica, um thema também se assemelha a um arquétipo jungiano. Mas apenas no sentido em que se trata de um elemento filogenético intemporal, que atravessa a história e condiciona o pensamento individual e coletivo em cada época. Enquanto o arquétipo jungiano é a-histórico, porque dotado de imutabilidade, não se alterando ao longo da história, um thema, tal como uma *Pathosformel*³³⁴, permanece de época para época imutável no seu núcleo essencial mas, como vimos, assume diferentes formas em diferentes épocas, sendo nesse sentido um elemento claramente histórico.

Esta historicidade confere aos themata uma função muito especial. Na verdade, uma dupla função: por um lado, pela sua imutabilidade essencial, os themata garantem a uma determinada área disciplinar ou cultural um núcleo de identidade e uma linha de continuidade ao longo da história; por outro lado, pela sua adaptabilidade epocal e contextual, os themata são portadores de um potencial de desenvolvimento gerador de novas abordagens, de novos conceitos, de novas teorias.

Em termos longitudinais, os themata são elementos que estruturam o desenvolvimento de uma determinada área disciplinar ou cultural assim como a arquitetura dessa área disciplinar ou cultural numa determinada época. São elementos de coerência e de integração nos normais processos de devir, possibilitando uma extensa

³³⁴ Sobre semelhanças e diferenças entre arquétipos de Jung e *Pathosformeln* de Warburg, ver Scarzo, Davide (2006).

comunicabilidade longitudinal, quais canais de acesso à compreensão do passado e às expectativas do futuro.

Transversalmente, a natureza objetiva dos themata assegura-lhes uma universalidade disciplinar e cultural. E, neste plano transversal, os themata são entidades abstratas e potenciais: conseguindo atravessar todos os domínios do saber e da cultura, podem assumir formas específicas em cada um, seja na mesma época ou em épocas diferentes.

Também aqui os themata se assemelham às *Pathosformeln*, que podem, não apenas ser recuperadas de época para época, mas também manifestar-se contemporaneamente em diversos domínios, estruturando fortemente as produções de autores de áreas culturais distintas e conferindo assim uma unidade característica a um determinado contexto cultural.

Ao nível da sua transversalidade, os themata assemelham-se igualmente aos arquétipos jungianos, na medida em que a universalidade de uns e outros permite a sua manifestação em todos os contextos culturais de uma época.

Pela sua transversalidade, os themata estão ainda próximos da episteme foucaultiana, na medida em que esta é uma determinação conceptual que, numa determinada época, envolve diversas disciplinas num mesmo núcleo conceptual básico e estruturante. Mas uma episteme tem uma ontologia mais regional do que os themata e nada, em princípio, impede que um mesmo thema, sendo universal, possa aliás integrar diversas epistemes contemporâneas.

Quanto ao paradigma, apesar de ser mais ou menos efémero e também epocal, trata-se de uma entidade ainda mais regional do que a episteme, na medida em que se restringe às fronteiras de uma determinada disciplina. É certo que o paradigma é uma entidade de partilha e mesmo de comunidade, uma entidade relacional, mas acontece que apenas agrega os praticantes de determinada disciplina e, portanto, não tem a transversalidade característica dos themata, transversalidade que extravasa as fronteiras disciplinares, ligando não apenas disciplinas como áreas culturais muito distintas. A universalidade thematica que existe num paradigma restringe-se a uma determinada área disciplinar. O que não impede que um mesmo thema possa, em

princípio, estar presente em diferentes paradigmas, quer dentro da mesma área, quer em áreas distintas.

A manifestação de um thema em diferentes áreas através de diferentes formas específicas equivale, no plano transversal, à manifestação de diferentes formas do mesmo thema ao longo da história, ou seja, à sua variabilidade formal no plano longitudinal. Mas é importante observar que a transversalidade thematica não é necessariamente sinónimo de contemporaneidade thematica nas diversas áreas disciplinares e culturais. Com efeito, um thema pode manifestar-se em qualquer área mas não necessariamente na mesma época. Um thema pode estar presente durante séculos numa determinada área e manifestar-se numa outra séculos mais tarde. Por exemplo, só no séc. XX o thema da complementaridade emergiu na física mas, como o próprio Bohr se esforçou por demonstrar³³⁵, trata-se de um thema existente noutras áreas da cultura desde há muito tempo.

Contudo, se os mesmos themata se manifestarem simultaneamente num número significativo de domínios, podemos afirmar, com Holton, que modelam o «estilo de pensamento de uma época»³³⁶, contribuindo para a sua «inconfundível modernidade»³³⁷, ou seja, para a sua identidade própria. E é nesse caso que um núcleo thematico mais se aproxima da episteme.

Seja como for, a transversalidade thematica, enquanto conjunto de elementos estruturantes comuns a diferentes áreas, constitui um fator cultural integrador e potencia uma boa comunicabilidade interdisciplinar.

Ainda a propósito da transversalidade dos themata, convém também assinalar a sua possível relação com as *visões do mundo*. Na sua tendência para valorizar a dimensão individual dos themata, Holton afirmou que os themata não devem ser confundidos com visões do mundo, porque estas têm uma natureza social e uma capacidade de influência que, na sua perspetiva, se sobrepõem ao sujeito, ao contrário do que acontece com os themata, que seriam redutos de autonomia pessoal³³⁸. Ainda assim, Holton admitiu que

³³⁵ Cf. Holton, Gerald (1975), pp. 149-155.

³³⁶ Ibid., p. 93.

³³⁷ Ibid., p. 115.

³³⁸ Cf. Holton, Gerald (1975a), p. 333.

as visões do mundo podem ter «elementos de themata»³³⁹, apesar de não explicar como. Na verdade, a universalidade thematica, sobretudo se contemporaneamente manifestada, ou seja, se característica de uma determinada época, contribui para uma visão coletiva integrada. Nesse sentido, pode sustentar ou ajudar a sustentar uma *visão do mundo*. Com efeito, embora possamos admitir diversos tipos de visão do mundo³⁴⁰, desde visões religiosas a visões políticas, passando por visões filosóficas ou visões científicas, há sempre um elemento comum a considerar em qualquer uma delas: uma visão integrada de questões fundamentais acerca do sentido do mundo (como a sua origem, o seu funcionamento e o seu futuro). Estas questões são complementadas por orientações de natureza ética ou moral, de tal forma que uma visão do mundo promove determinados valores e orienta (ou pretende orientar) a ação individual e coletiva³⁴¹. Ainda que seja discutível a ligação dos themata a orientações de natureza ética ou moral, os themata não são certamente alheios às questões fundamentais acerca do sentido do mundo. Por outro lado, a universalidade thematica corresponde a uma visão estrutural integradora, como qualquer visão do mundo. E assim, embora possamos distinguir, na linha de Holton, a dimensão thematica das visões do mundo, não podemos ignorar o contributo dos themata para as mesmas. Além disso, também não podemos ignorar o contributo das visões do mundo para os mapas thematicos individuais, na medida em que a autonomia individual, sempre enfatizada por Holton, não explica completamente as preferências thematicas, sendo necessário reconhecer a influência do meio cultural na construção do mapa thematico de cada um.

É, contudo, muito importante observar que, sendo uma questão de partilha, de integração e de comunicabilidade, e podendo ser uma questão de contemporaneidade e de identidade epocal, de sustentação de visões do mundo, nunca devemos tomar a universalidade disciplinar e cultural dos themata como alguma espécie de indistinção entre áreas do saber e da cultura. Com efeito, um thema manifesta-se sob formas específicas e, portanto, sob formas distintas em distintas áreas, pelo que a própria especificidade das formas thematicas sinaliza e certifica a especificidade de cada área. O mesmo thema pode ter diferentes nomes em diferentes áreas (como, por exemplo,

³³⁹ Ibid., p. 333.

³⁴⁰ Cf., por ex., Vidal, C. (2008) ou Naugle, David K. (2002).

³⁴¹ Cf. Ibid.

atomismo em física, individualismo em psicologia), mas ainda que um thema possa ter o mesmo nome em diferentes áreas (como acontece, por exemplo, com o thema da evolução em áreas como a cosmologia ou a biologia), os diferentes objetos de estudo ou de intervenção a que o thema se reporta asseguram sem dificuldade a distinção entre essas áreas. Além disso, é óbvio que a identidade de uma área disciplinar ou cultural não se esgota na sua componente *thematica*. A partilha de *themata* não coloca, pois, em risco, a identidade própria de cada área. A universalidade transversal dos *themata* promove uma integração, nunca uma fusão ou confusão, num todo cultural.

Como vimos, Holton insistiu sempre muito na dimensão subjetiva dos *themata*, mostrando-se especialmente atento a uma suposta origem psicológica dos mesmos, para cuja compreensão recorrentemente convocou o contributo da psicologia. A própria análise *thematica* nasceu enquanto trabalho de análise de elementos textuais naturalmente favoráveis à projeção da subjetividade, como notas pessoais, manuscritos, cartas, memórias, conversas, histórias de vida, e os termos com que Holton mais definiu os *themata* (preferências, pressupostos, crenças, guias...) revelam bem essa dimensão subjetiva. E, de facto, enquanto ponto de partida pessoal e elemento orientador do trabalho individual, um thema é um elemento subjetivo.

Outros autores, aliás, também reconheceram a interferência de fatores subjetivos na produção de conhecimento, nomeadamente no trabalho científico³⁴². Tal como para Bachelard, também para Holton a produção de conhecimento tem a marca do sujeito. Mas, ao contrário do que preconiza Bachelard, em Holton a dimensão subjetiva da produção do conhecimento não é desvalorizada. Segundo Holton, não há qualquer razão para um thema, na sua componente subjetiva, ser entendido como obstáculo de que nos devamos desembaraçar. Se, para Bachelard, os elementos subjetivos são para erradicar, para Holton, muito pelo contrário, é precisamente enquanto elemento subjetivo que um thema é capaz de mobilizar um autor, porque fascina, porque exerce a sedução de uma preferência, porque tem a inflexibilidade de um preconceito, porque tem a força de uma crença e de uma fidelidade. Holton vai mesmo mais longe, ao

³⁴² A propósito desta relação subjetiva com o conhecimento científico, poderíamos também convocar, além de Bachelard, o autor Michael Polanyi, com os seus conceitos de *conhecimento pessoal* e *conhecimento tácito* – Cf. Polanyi, Michael (1958) e Polanyi, Michael (1967). Aliás, Holton não foi indiferente aos trabalhos deste cientista e filósofo – Cf. Holton, Gerald (1992).

defender que a genialidade se inscreve no eixo thematico³⁴³, sendo, por isso, algo absolutamente pessoal e intransmissível, algo incomensurável e irreduzível a qualquer dimensão objetiva. Para o bem e para o mal, ou seja, para o sucesso e para o fracasso, um thema mobiliza porque inspira uma atração (ou uma repulsão), marcando assim, de forma poderosa, a atividade individual.

Esta dimensão subjetiva ajuda a explicar as obstinações pessoais e as disputas apaixonadas entre autores com thematicas opostas, envoltas frequentemente em sentimentos estéticos de fascínio ou de repulsa, em alguma irracionalidade emotiva (ainda que não consciente ou assumida) e em alguma incapacidade para compreender as razões da atração ou da rejeição.

Tal como uma *Pathosformel* ou uma episteme, um thema transcende o sujeito mas é alvo de apropriação e interpretação pessoal. E, tal como um arquétipo, um thema pode ser objetivo, coletivo e antigo, mas simultaneamente subjetivo, individual e atual pela sua presença em cada sujeito. Uma outra característica da subjetividade do thema é a possibilidade de ser inconsciente, uma característica que, mais uma vez, o aproxima do arquétipo jungiano. Ainda que inconsciente, um thema é um elemento bastante orientador, tal como, segundo Jung, acontece com o arquétipo.

Mas, apesar da natureza subjetiva dos themata, a origem psicológica de um thema não é geralmente uma verdadeira origem. Se um thema pré-existe ao sujeito, não se pode falar verdadeiramente de uma origem psicológica do thema, como faz Holton. A questão, em geral, não é de origem mas antes de descoberta e de adesão a (ou recusa de) um thema já existente. Ou seja, a dimensão subjetiva de um thema é uma questão de apropriação e de cristalização desse thema por parte dos sujeitos; é uma questão de atualização pessoal de uma entidade que antecede e transcende a existência e a efemeridade de um sujeito.

Nessa apropriação subjetiva, um thema orienta o trabalho integrando-se num mapa thematico que se objetiva em ideias ou produtos tornados públicos e que assim ficam de alguma forma inscritos no corpus cultural e na história.

³⁴³ Cf. Holton, Gerald (1975), p. 62, e Holton, Gerald (2005a), p. 521.

Estamos, pois, perante um jogo entre objetividade subjetivada e subjetividade objetivada; uma dialética de objetividade e subjetividade, de filogenia e ontogenia. Aliás, as ambiguidades com que Holton apresentou o conceito de thema não são certamente alheias a esta dialética, na medida em que a mesma esbate as fronteiras entre a natureza objetiva e a natureza subjetiva dos themata.

É neste jogo dialético que reside uma grande força dos themata: se por um lado estes garantem objetivamente identidade e continuidade disciplinar, por outro lado a diversidade da sua apropriação subjetiva por parte dos indivíduos potencia criatividade; a longevidade e a solidez identitária de uma determinada área são complementadas e simultaneamente avivadas por uma interpretação subjetiva potencialmente criativa. Trata-se de um jogo entre estabilidade disciplinar e liberdade intelectual, entre unidade e diversidade, entre comunidade e particularidades pessoais, que possibilita aos themata um importante contributo para o progresso do saber.

Em ciência, esta tensão entre objetivo e subjetivo joga-se permanentemente entre ciência pública e ciência privada, na medida em que o subjetivo é indispensável à ciência privada mas desvalorizado e mesmo obliterado na ciência pública, para dar lugar e visibilidade ao objetivo. Todos os cientistas têm as suas preferências thematicas, todos os cientistas têm a sua forma pessoal de ver o mundo e de produzir conhecimento científico, mas tudo isso tem de ser ocultado, como se não existisse, quando os cientistas expõem publicamente as suas hipóteses ou os seus resultados nos artigos científicos ou nos encontros científicos.

Contudo, esta relação entre objetividade e subjetividade não tem de ser hierárquica. Aliás, no quadro da análise thematica, nem sequer pode ser hierárquica. Pelo contrário, uma dimensão não dispensa a outra. A dimensão objetiva e a dimensão subjetiva são mutuamente constitutivas. Se é verdade que, para pensar e produzir, os indivíduos precisam dos themata, dotados de existência objetiva no corpus cultural, não é menos verdade que a dimensão objetiva dos themata precisa de uma apropriação e interpretação subjetivas para se atualizar e operar criativamente.

Assim, se devemos reconhecer aos themata uma natureza dual (objetiva e subjetiva), não devemos também deixar de reconhecer que a sua existência, a sua longevidade, a

sua universalidade e a sua operatividade – numa palavra, a sua vitalidade – convocam essas duas naturezas. Poderíamos ver nisto uma espécie de bipolaridade: tal como um íman é completo com dois polos, também a natureza de um thema é completa com um polo objetivo e outro subjetivo. Mas faz mais sentido aplicar a este caso a ideia de complementaridade, para evitar a ideia de oposição: objetivo e subjetivo complementam-se de forma a termos uma natureza completa para o thema. Em certos casos, pode-se dar mais atenção ao lado objetivo, noutros casos ao subjetivo, mas de cada vez que a atenção se direciona para um dos lados o outro não desaparece. E se se tratar da origem dos themata, em vez de falarmos em objetivo e subjetivo, podemos também falar em filogenia e ontogenia.

Em suma, o eixo thematico (eixo z) da ciência pode ser visto, e por isso valorizado, como um eixo integrador e de comunicabilidade, onde a longitudinalidade e a transversalidade ligam a ciência à história e à cultura; onde a ciência pode receber e também dar; onde racionalidade convive com emotividade e irracionalidade; onde metafísica e estética interagem com o formalismo lógico e a dimensão fenoménica; onde intimidade se relaciona com publicidade; onde objetividade e subjetividade se relacionam dialeticamente e se complementam porque a primeira convive sem pretensões com a segunda.

Mas por que devemos falar em eixo thematico apenas em ciência, como Holton fez? Pela universalidade thematica também proposta pelo próprio Holton, faz todo o sentido que alarguemos o conceito a todas as áreas culturais. Não interessa se é o eixo z (ou seja, o terceiro eixo), não interessa, aliás, quantos eixos podem existir em cada área cultural; o que interessa é que em cada área, seja ou não científica, há um eixo thematico em que as tensões e relações descritas no caso do eixo z da ciência estão também bem presentes e atuantes.

Em síntese, podemos afirmar que:

1. Um thema é um guia que orienta de forma determinante a produção de saber ou de uma obra cultural (assim como a reação, de aceitação, rejeição ou indiferença, perante

o saber ou uma obra que outrem produziu), estimulando ou constrangendo, potenciando ou impedindo, estabelecendo uma orientação normativa ou uma polarização específica do trabalho de um indivíduo ou de uma comunidade.

2. Um thema faz parte de uma matriz thematica – vários themata que, em conjunto, estruturam o saber (ou outro produto cultural) ou condicionam a reação perante o saber (ou outro produto cultural).

3. Um thema orienta a imaginação (que, por isso, se diz thematica) à falta de elementos objetivos que de alguma forma apoiem aquilo em que se acredita ou até quando há elementos objetivos que parecem contrariar aquilo em que se acredita.

4. Um thema é indemonstrável ou irrefutável e tanto pode conduzir ao êxito como ao fracasso na atividade intelectual.

5. Quanto à utilização, um thema pode ser conceptual (quando se trata da componente thematica de um conceito), metodológico (quando se trata de metodologia de trabalho) ou proposicional (quando se trata de uma hipótese thematica). O thema proposicional pode conter um ou mais themata conceptuais e pode ser um produto de um thema metodológico. E é possível que o mesmo thema se manifeste sob estas três formas.

6. Um thema pode ser de natureza metafísica ou estética, no que se refere ao objeto de estudo, e de natureza lógica ou epistemológica, no que se refere às formas de estudar ou de trabalhar esse objeto. Os themata conceptuais são principalmente metafísicos e estéticos, os themata metodológicos são principalmente lógicos e epistemológicos, os themata proposicionais parecem ser tendencialmente metafísicos (a avaliar pelos themata proposicionais das ciências físicas) mas, em princípio, nada impede que possam também ser estéticos, uma vez que assentam em themata conceptuais e se reportam aos mesmos objetos destes. Observação importante: devemos entender a natureza epistemológica dos themata não apenas no sentido de thematica da produção do conhecimento científico (ponto de partida holtoniano da análise thematica) mas, de forma mais livre, num sentido muito amplo de thematica de toda e qualquer metodologia criativa (seja do saber científico, seja do saber de qualquer área não científica, seja de produtos intelectuais diversos), entendimento que decorre do carácter universal dos themata.

7. Um thema pode funcionar na forma de singuleto, mas na maior parte das vezes atua dialeticamente, por oposição, como termo de um par thema/antithema; nalguns casos também pode funcionar em tripletos.
8. Um thema pode ser fundamental ou derivado. Numa determinada área, um thema fundamental pode manifestar-se sob diversas formas que podemos designar por themata derivados.
9. Um thema tem uma natureza dual: objetiva e subjetiva, filogenética e ontogenética.
10. Um thema é dotado de grande longevidade histórica, de uma universalidade temporal, assumindo diferentes formas ao longo dos tempos, formas que podem ser específicas de uma época ou, pelo menos, de uma área numa determinada época.
11. Na sua longevidade histórica, um thema está sujeito a ciclos de ascensão e declínio. Pode ser dominante ou, pelo contrário, dominado pelo seu antithema. Tratando-se de um singuleto, a variabilidade cíclica de um thema corresponde a uma variabilidade na sua visibilidade e relevância. Nesta longevidade cíclica, um thema ajuda a construir a moda intelectual de uma época ou de um contexto, o seu estilo de pensamento, a sua modernidade própria.
12. O conjunto de themata é bastante estável ao longo da história. O aparecimento de um novo thema numa determinada área é raro, mas pode acontecer. O facto de um thema aparecer numa determinada área não significa que não existisse já anteriormente numa outra área disciplinar ou cultural.
13. A estabilidade thematica ao longo da história assegura identidade e continuidade a uma determinada área, mas a variabilidade das formas em que se manifesta em diferentes épocas e contextos é sinal de vitalidade thematica e de criatividade.
14. Um thema é dotado de universalidade disciplinar e cultural, assumindo várias formas específicas em cada uma das diversas áreas. Um thema é assim o somatório de todas essas formas específicas, e, como em cada área pode assumir várias formas na mesma época ou ao longo da história, podemos representar a universalidade thematica pela fórmula:

$$\Theta = \sum_{n,i=\alpha}^{n,i=\omega} \Theta_{ni}$$

em que Θ é o thema, n é uma área e Θ_{ni} é uma das várias formas específicas do thema na área n (formas específicas que são contemporâneas entre si ou, pelo contrário, se manifestam em diferentes épocas).

15. Estando os themata presentes em todas as áreas, podemos afirmar que em qualquer área existe uma dimensão thematica, um eixo thematico, como uma das dimensões constitutivas dessa área.

16. Sendo universal, ou seja, transversal e comum a todas as áreas, um thema é um elemento cultural integrador, esbatendo fronteiras disciplinares e potenciando relações interdisciplinares. As especificidades das várias áreas, e em particular as formas específicas assumidas por cada thema, asseguram, contudo, a identidade própria de cada uma das áreas.

17. Um thema manifesta-se coletivamente, numa determinada comunidade, mas tem uma dimensão fortemente individual, fazendo parte de um conjunto de themata – o mapa thematico ou matriz thematica – que tem estrutura muito fina, qual impressão digital pessoal e única.

18. A adesão individual a um thema é, em geral, inconsciente e ocorre, em geral, na infância e na juventude. É influenciada pelo meio cultural, em interação com as características psicológicas individuais e com a história de vida particular.

19. A adesão individual a um thema é, em geral, um compromisso para toda a vida; é um processo de cristalização que se projeta numa fidelidade duradoura, normalmente mesmo vitalícia; raramente há mudanças individuais de themata, mas é possível.

20. A adesão individual a um thema cria uma preferência, uma predisposição, uma tendência para usar esse mesmo thema, contribuindo para modelar um estilo pessoal.

21. A nível individual, um thema funciona com a força de um pressuposto, de um preconceito, de uma profunda convicção, de uma crença, de uma obstinação, de uma obsessão, de um fascínio.

22. O uso de um thema pode ser consciente ou inconsciente para o indivíduo, mas é mais provável que seja inconsciente.

23. O mapa thematico individual estrutura uma relação muito pessoal e idiossincrática com o saber, numa complexa dialética entre objetividade e subjetividade, entre racionalidade e emotividade/irracionalidade, entre identidade disciplinar e criatividade individual.

24. Um thema pode ser ou não assumido e pode manifestar-se explicitamente ou apenas implicitamente nas produções intelectuais.

25. A influência que um thema exerce nas produções culturais não depende de o seu uso ser ou não consciente, assim como não depende de o thema ser ou não assumido e de estar ou não explícito.

26. Um thema é um elemento abstrato e potencial que se pode atualizar sob diversas formas em diferentes épocas, em diferentes áreas e em diferentes indivíduos ou comunidades, numa diversidade de apropriações e interpretações epocais, contextuais, disciplinares, individuais e coletivas.

27. Um thema tem sempre uma (i) componente longitudinal, (ii) outra transversal e (iii) outra pontual: a sua persistência histórica (i), a sua universalidade disciplinar e cultural (ii), a sua presença nas mentes individuais (iii).

28. Os themata têm algumas semelhanças com entidades como as *Pathosformeln* de Warburg ou os arquétipos de Jung e algumas associações com a episteme de Foucault e o paradigma de Kuhn, mas, por oposição a essas proximidades, apresentam igualmente profundas diferenças que os distinguem daquelas entidades.

29. A análise thematica procura identificar, descrever e compreender elementos thematicos, desvendando estruturas thematicas e regularidades subjacentes. Aplica-se a estudos de caso e pode servir para: identificar, descrever e compreender os mapas thematicos individuais ou de comunidades; acompanhar e compreender o percurso de um certo thema ao longo da história; identificar elementos thematicos comuns e esclarecer relações thematicas entre disciplinas e áreas culturais muito diversas; descrever e compreender controvérsias associadas a disputas thematicas,

nomeadamente entre themata antitéticos. É uma ferramenta descritiva e não prescritiva, ou seja, não faz juízos de valor acerca dos themata que identifica e descreve.

30. A análise thematica incide sobre documentos muito diversos, como notas pessoais, correspondência, diários, relatos de histórias pessoais, registos de conversas e de discussões, entrevistas, manuscritos, autobiografias e obras de divulgação (documentos em que os themata são mais explícitos ou mesmo assumidos), assim como em obras técnicas (em que os themata podem ser menos explícitos ou menos assumidos).

Segunda Parte

A cosmologia do big bang e o seu sucesso à luz da análise thematica (estudo de caso)

II.1. Thematica do Big Bang

- os textos fundadores de Alexandre Friedmann

A cosmologia atualmente conhecida por *cosmologia do big bang* (ou *do Big Bang*) nasceu com a relatividade geral. Depois de, em 1915, as equações definitivas desta teoria terem sido obtidas por Einstein e Hilbert, bastaram dois anos para surgirem os primeiros modelos cosmológicos relativistas: em 1917, o próprio Einstein propõe o primeiro modelo, em que o espaço é estático e de densidade uniforme¹; e de Sitter publica, no mesmo ano, um segundo modelo, em que o espaço é estático e vazio de matéria².

A ideia, comum aos dois modelos, de que o universo é estático, seria pela primeira vez contestada por Alexandre Friedmann, matemático e físico russo que, em 1922, publica o primeiro modelo de universo em expansão no artigo «Über die Krümmung des Raumes» («Sobre a Curvatura do Espaço»)³. Neste artigo, Friedmann considera o universo não estático, com curvatura e densidade positivas, constante cosmológica não nula e pressão nula. Mas o autor não se fica por este modelo e, na mesma linha não estacionária, publica, em 1924, um outro artigo onde apresenta um universo em expansão hiperbólica e discute a topologia cósmica – o artigo «Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes» («Sobre a Possibilidade de um Universo com Curvatura negativa constante»)⁴. Entre estes dois artigos, Friedmann publica, em 1923, um livro – *Mir kak prostranstvo i vremya* (*O universo como espaço e tempo*)⁵ – que havia escrito como texto para a revista de filosofia *Mysl* (*O Pensamento*) mas que acabou por não ser aí publicado. Neste livro, depois de apresentar extensamente a teoria da relatividade geral e a sua conceção geométrica do universo, Friedmann aborda questões como a expansão, a origem e a topologia do universo.

¹ Einstein, A. (1917).

² De Sitter, W. (1917).

³ Friedmann, A. (1922). O texto analisado é a tradução francesa: Friedmann, Alexandre (1997).

⁴ Friedmann, A. (1924). O texto analisado é a tradução francesa: Friedmann, Alexandre (1997a).

⁵ Friedmann, Alexandre (1923). O texto analisado é a tradução francesa: Friedmann, Alexandre (1997b).

São estes três textos de Friedmann (dois artigos científicos e um livro especialmente dirigido a filósofos) que inauguram a visão dinâmica da cosmologia contemporânea, a cosmologia do big bang. É meu objetivo procurar determinar os principais themata que, mais ou menos explicitamente, se revelam nestes textos, ou seja, os themata que estruturam as concepções cosmológicas de Friedmann e contribuem para o seu lugar na história da cosmologia.

1. as raízes relativistas

A leitura e análise dos três textos de Friedmann mostram facilmente que é no livro, muito mais extenso do que os artigos e escrito a pensar num público de filósofos, que os themata se revelam mais, o que vai ao encontro da tese holtoniana de que os cientistas são thematicamente mais transparentes quando se dirigem a públicos que não os seus pares.

Quase todo o livro *O universo como espaço e tempo* é, no essencial, uma minuciosa apresentação da teoria da relatividade geral, com o objetivo expresso de proporcionar um «verdadeiro conhecimento»⁶ acerca das propriedades gerais do espaço, do tempo e do espaço-tempo, assim como acerca dos métodos utilizados pela relatividade geral para construir uma representação do universo. Só no final dessa extensa apresentação, nas últimas páginas, é que Friedmann se refere brevemente aos modelos cosmológicos possibilitados por aquela teoria, incluindo os modelos não estacionários que havia proposto um ano antes (1922) no artigo «Sobre a Curvatura do Espaço» e que, como veremos, introduzem a ideia de expansão do universo.

Na introdução ao seu livro, Friedmann recorda a velha ambição de construir uma representação científica do mundo. E acrescenta:

No início do século XX, o homem tentou elaborar um modelo geral do universo, baseado em novidades recolhidas pelas ciências da natureza – modelo de universo muito simplificado e esquemático, tão pouco semelhante ao universo real como o reflexo de um croqui da catedral de Colónia num espelho se assemelha à própria catedral. A

⁶ Friedmann, Alexandre (1997b), p. 103.

empresa que consiste em (...) construir um modelo geral do universo tem um nome (...):
a teoria da relatividade.⁷

Vemos bem, por aqui, como Friedmann reconhece um alcance cosmológico (podemos mesmo dizer uma vocação cosmológica) à relatividade de Einstein, considerando-a capaz de nos oferecer «um modelo geral do universo». É nesta confiança que Friedmann fundamenta as suas próprias propostas cosmológicas, fazendo-as nascer do quadro teórico relativista.

Mas, se Friedmann reconhece grande alcance cosmológico à relatividade, não deixa igualmente de reconhecer grandes limites à modelização: qualquer modelo cosmológico, mesmo relativista, será sempre uma representação muito simplificada e esquemática de um «universo real» complexo. Por isso, antes de apresentar os seus modelos cosmológicos, Friedmann tem o cuidado de mostrar que o seu trabalho de modelização começa com a formulação de algumas «hipóteses simplificadoras», justificando que:

A complexidade do problema obriga-nos a criar algumas hipóteses simplificadoras sobre as propriedades da matéria que preenche o universo.⁸

Para Friedmann, a complexidade está, pois, bem presente na realidade cósmica. Usando a sua própria comparação, podemos dizer que o universo é como «a catedral de Colónia» ou qualquer outra grande catedral gótica, ou seja, algo bastante complexo. Simples, apenas o croqui, ou seja, o modelo.

Na sua busca pela simplicidade do modelo, Friedmann recusa a ideia de um espaço vazio, ao contrário do que fizera de Sitter. Para Friedmann, o espaço físico, sendo material, é necessariamente um espaço não vazio:

Assim que falamos do espaço físico, jamais se deve perder de vista o facto de que, tratando-se de um espaço material, não pode ser pensado como sendo vazio de matéria; o espaço físico vazio é simplesmente um absurdo (...).⁹

⁷ Ibid., pp. 101-102.

⁸ Ibid., p. 201.

⁹ Ibid., p. 129.

Em vez de ser tomado como vazio, deve, pelo contrário, assumir-se que o universo está cheio de matéria:

O universo físico está cheio de *matéria* (em sentido lato), sendo a matéria constituída por massas gravitantes e processos eletromagnéticos.¹⁰

Esta assunção de um universo «cheio de matéria» é uma das importantes simplificações que Friedmann introduz quando aplica as equações da relatividade geral à descrição da estrutura do universo e consiste, por analogia com a termodinâmica, em considerar o universo preenchido por um fluido perfeito tipo gás (cuas partículas são as galáxias), com uma determinada densidade e uma determinada pressão¹¹.

Podemos reconhecer, nesta abordagem de Friedmann, uma preferência pelo thema do *pleno*, por oposição ao thema do *vazio*. A oposição entre pleno e vazio é uma disputa thematica muito antiga nas ciências físicas¹² e manifestara-se também nos modelos de Einstein e de de Sitter, publicados em 1917, o primeiro a tomar o universo como um pleno de matéria uniformemente distribuída e o segundo, pelo contrário, a considerar o universo como um imenso vazio. Nesta disputa thematica, Friedmann partilha com Einstein a preferência pelo pleno.

Sendo como um fluido com uma certa densidade, este pleno de matéria é assumido como homogéneo e isotrópico, com a matéria distribuída de forma uniforme no universo. É esse o sentido desta passagem, em que Friedmann assume que a curvatura do espaço (diretamente relacionada com a densidade de matéria) é a mesma em todo o universo, logo igual em qualquer direção e em cada um dos pontos do universo:

Supomos que a geometria do universo é tal que, em cada instante, o espaço (hipersuperfície) tem uma curvatura igual em cada um dos seus pontos e não varia senão com o tempo.¹³

A *homogeneidade* e a *isotropia* em larga escala, e logo a *uniformidade*, são, portanto, fundamentais nas conceções de Friedmann, como, aliás, já acontecia nos modelos de

¹⁰ Ibid., p. 210.

¹¹ Cf. Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 91.

¹² Por exemplo, Leibniz concebia o espaço e o tempo em termos de relações entre os corpos materiais, enquanto Newton considerava o espaço como um vazio absoluto que continha os corpos materiais. Cf. Luminet, Jean-Pierre (1997), pp. 129-130.

¹³ Friedmann, Alexandre (1997b), p. 204.

Einstein e de de Sitter. Mas notemos que o mesmo já não se pode dizer quanto à constância da curvatura do espaço, ou seja, quanto à constância da densidade de matéria. A grande novidade é que, segundo Friedmann, densidade de matéria e curvatura do espaço variam «com o tempo». Com o que é que se relaciona esta *variância*? E que modelos são esses que, afinal, trazem novidade à cena cosmológica? Vejamos.

2. expansão, a grande novidade

A grande inovação de Friedmann acontece quando este teoriza sobre um universo em expansão, em vez de estático (uma estaticidade supostamente assegurada pela constante cosmológica λ que Einstein sentiu necessidade de propor).

É logo no seu primeiro artigo dedicado à cosmologia relativista («Sobre a Curvatura do Espaço») que Friedmann introduz a ideia de um «universo não estacionário»¹⁴ e considera a possibilidade de o raio do universo variar ao longo do tempo.

No artigo, Friedmann mostra como as equações da relatividade geral admitem soluções não estáticas, em expansão monótona ou em oscilação periódica, consoante o valor da constante cosmológica. Segundo as demonstrações matemáticas de Friedmann, pode haver um *universo monótono de primeira espécie* (universo em expansão a partir de um raio inicial nulo), um *universo monótono de segunda espécie* (universo em expansão a partir de um raio inicial não nulo) ou um *universo periódico* (universo oscilante, com fases alternadas de expansão e contração)¹⁵.

Ou seja, como explica pedagogicamente no livro *O Universo como espaço e tempo*:

(...) obtemos dois tipos de universos: 1º *o tipo estacionário*, para o qual a curvatura do espaço não varia ao longo do tempo, e 2º *o tipo variável*, para o qual a curvatura do espaço varia ao longo do tempo. Um exemplo do primeiro tipo de universo é um balão cujo raio não varia ao longo do tempo, sendo a sua superfície a duas dimensões precisamente um espaço bidimensional de curvatura constante. O segundo tipo de

¹⁴ Friedmann, Alexandre (1997), pp. 270 e segs.

¹⁵ Ibid., p. 275.

universo pode, ao contrário, ser ilustrado por um balão de raio variável – dilatando-se ou contraindo-se ao longo do tempo.¹⁶

Esta ideia de um universo variável constitui uma profunda novidade cosmológica. Continua Friedmann:

O tipo de universo variável possibilita uma família mais geral de modelos [do que o tipo estacionário]: em certos casos, o raio de curvatura do universo parte de um certo valor e aumenta constantemente ao longo do tempo; noutros casos, o raio de curvatura varia de forma periódica, contraindo-se o universo num ponto (de volume nulo), aumentando depois de raio, a partir deste ponto, até um certo valor máximo, diminuindo depois novamente para voltar a ser um ponto, e assim sucessivamente.¹⁷

Num tipo de universo variável, estamos claramente perante o thema da *mudança* (ou variância), por oposição à *constância*, thema dominante em qualquer modelo estacionário. Aumentando ou diminuindo, o raio do universo varia, não é constante.

Convém observar que um universo *estacionário*, na terminologia de Friedmann é, como vimos, um universo estático, ou seja, um universo que não sofre qualquer expansão (ou contração), um universo finito cujo próprio espaço (curvo) não se expande nem se contrai, mantendo a sua curvatura ao longo do tempo. Veremos que os principais opositores à cosmologia relativista, como Bondi, Gold e Hoyle, propõem uma alternativa cosmológica, a teoria do steady-state (estado estacionário), em que o termo *estacionário* tem um significado radicalmente diferente.

De facto, e como veremos, o espaço, na teoria do estado estacionário, expande-se tal como acontece nos modelos propostos por Friedmann e, assim, num certo sentido friedmanniano, o steady-state corresponde a um universo de tipo variável. Ou seja: o steady-state é um estado não estático, e nesse sentido caracterizado também pela mudança (ou variância). Contudo, a natureza variável dos modelos de Friedmann, por oposição à natureza estática (ou estacionária, nas palavras do matemático) dos modelos de Einstein e de de Sitter, tem um sentido que não encontraremos na teoria do steady-

¹⁶ Ibid., p. 205.

¹⁷ Ibid., p. 206.

state. Trata-se do sentido de *evolução*. Afirmam o cosmólogo e historiador da cosmologia Jean-Pierre Luminet:

Na cosmologia pré-friedmanniana, o decorrer temporal do universo estava reduzido a um caso muito particular, a estaticidade, ou seja, a ausência de qualquer evolução.¹⁸

Esta identificação entre estaticidade e ausência de evolução, a que logicamente corresponde uma identificação entre variabilidade e evolução, passará a estar bem presente no pensamento cosmológico, o que ficará claro à medida que estudarmos os desenvolvimentos da cosmologia relativista mas também a sua principal adversária, a teoria do steady-state.

É importante reconhecer que a evolução aqui em causa não é a evolução de entidades astronómicas, como sistemas planetários, estrelas e galáxias, mas sim a evolução do universo como um todo, e nomeadamente no que se refere a características fundamentais como a curvatura do espaço, a densidade de matéria, a organização e a complexidade da matéria, o aspeto em larga escala, a dimensão. Assim, se nos modelos estáticos de Einstein e de de Sitter, o universo conserva, ao longo do tempo, a mesma curvatura de espaço (ou seja, a mesma densidade de matéria) e a mesma dimensão, nos modelos variáveis de Friedmann, pelo contrário, o universo *evolui*, no sentido em que, no seu todo, conhece estados muito diferentes ao longo do tempo, nomeadamente no que se refere à curvatura do espaço (ou seja, à densidade de matéria) e à sua dimensão.

É esta evolução do universo que a teoria do steady-state recusará, numa identificação entre estado estacionário e ausência de evolução do universo. A esse propósito, vejamos novamente Jean-Pierre-Luminet nesta síntese absolutamente esclarecedora:

A sua ideia [de Bondi, Gold e Hoyle] é de que o universo sempre foi e sempre será como é agora, idêntico a si mesmo ao longo do tempo (daí o nome de estado estacionário).¹⁹

Neste sentido, o termo *estacionário* significa, pois, não um estado estático mas uma ausência de evolução do universo, o que vai, aliás, ao encontro da classificação *thematica* de Holton. Recordemos que, na classificação de Holton, a evolução é um *thema* conceptual que integra o triplete *thematico* *evolução / estado estacionário /*

¹⁸ Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 43.

¹⁹ Ibid., p. 74.

involução, triplete que evidencia bem como o estado estacionário, preconizado pelos futuros adversários da cosmologia relativista, é uma ausência de evolução (assim como de involução).

Ao propor modelos variáveis, Friedmann introduz o thema da *evolução* no pensamento cosmológico, thema que, como veremos daqui em diante, se tornará num thema central em toda a cosmologia do big bang. Notemos que os textos de Friedmann não contêm o termo *evolução*, mas a ideia está sempre implícita na variabilidade cósmica, no sentido que acabamos de ver. A esta evolução está associada a ideia de expansão, explicitamente presente, mesmo onnipresente, nos textos de Friedmann. Quanto ao thema da *involução*, também implícito como o da evolução, está associado à ideia de contração, presente no modelo de universo periódico.

A expansão não é um thema, ou, pelo menos, não integra explicitamente a lista dos themata de Holton. Mas encaixa-se no thema da mudança (ou variância), tal como a contração, pelo que, implicitamente, integra a lista holtoniana de themata.

Notemos que Friedmann é cauteloso quanto à correspondência dos modelos de universo com a realidade, sejam os modelos estacionários de Einstein e de de Sitter, sejam os seus modelos variáveis. No fim de contas, todos se tratam de modelos, ou seja, propostas simplificadas e esquemáticas acerca do universo, e modelos que se excluem mutuamente. Mesmo o modelo mais aproximado da realidade corre o risco de ser, como Friedmann dizia e podemos recordar, «tão pouco semelhante ao universo real como o reflexo de um croqui da catedral de Colónia num espelho se assemelha à própria catedral»²⁰. É esse o sentido da frase com que começa o último parágrafo do artigo de 1922:

As nossas informações presentes são totalmente insuficientes para nos permitirem efetuar cálculos numéricos e distinguir em que tipo de universo nos encontramos.²¹

Ao mesmo tempo que reconhecemos nesta passagem uma atitude realista e prudente, notamos também em Friedmann a esperança de que a escolha acertada entre os vários tipos de universos possíveis pode ser conseguida com novos dados observacionais; ou

²⁰ Friedmann, Alexandre (1997b), p. 101.

²¹ Friedmann, Alexandre (1997), p. 277.

seja, se «as nossas informações presentes são totalmente insuficientes» para a decisão, talvez as informações futuras não sejam e, assim, possamos saber «em que tipo de universo nos encontramos».

Esta preocupação com a aceitabilidade dos modelos cosmológicos, que são modelos geométricos, é uma constante em Friedmann. De facto, também no livro *O Universo como espaço e tempo*, há uma insistente preocupação com a necessidade de atender às observações disponíveis, chamando várias vezes a atenção para a importância decisiva da observação experimental e dos dados experimentalmente obtidos para a validação (ou não) dos modelos geométricos formalizados. A título ilustrativo, eis algumas das várias passagens em que o autor manifesta essa preocupação no livro:

O sucesso do confronto entre esta hipótese [de que a força gravitacional está ligada à geometria do universo] e os dados experimentais demonstra a validade desta abordagem.²²

A impossibilidade atual de resolver experimentalmente a questão da geometria do universo obriga-nos a colocar algumas hipóteses sobre essa geometria. (...); contrariamente à mecânica clássica, elas não pressupõem a métrica do universo, mas definem certas propriedades gerais, de modo que é na experimentação que poderá ser encontrada a resposta final.²³

O método mais correto e mais profundo para explorar a geometria e estrutura do cosmos segundo a teoria de Einstein consiste em aplicar esta teoria ao universo no seu todo e em utilizar as observações astronómicas.²⁴

Esta preocupação, com todo o seu compreensível sentido epistemológico, é especialmente significativa na medida em que Friedmann, apesar de não ser astrónomo, não se fica pela simples enunciação de meras possibilidades matemático-geométricas.

Contudo, a este propósito, há quem manifeste algum desapontamento com Friedmann, como o filósofo da cosmologia Jacques Merleau-Ponty. Justificando o facto de Friedmann jamais se comprometer com algum dos seus modelos cosmológicos (ou manifestar sequer alguma preferência) com uma admirável lucidez só possível com

²² Friedmann, Alexandre (1997b), p. 105.

²³ Ibid, p. 181.

²⁴ Ibid., p. 213.

«sangue-frio», uma «bela ausência de emotividade cosmológica» e uma «serenidade glacial»²⁵, Merleau-Ponty critica-o, ao mesmo tempo, por não ter previsto «uma verificação possível, através da observação, das suas hipóteses»²⁶. Denunciando, em particular, a ausência de referências às propriedades da luz num universo variável nos textos de Friedmann (que viriam a ser observadas com a descoberta do *red-shift* dos espectros das galáxias), escreve Merleau-Ponty:

Eis, para o leitor de hoje, o mais surpreendente e mais decepcionante nas suas memórias: o verdadeiro inventor da expansão cósmica não disse que a expansão devia ver-se, quando a previsão teórica do mais prodigioso fenómeno astronómico alguma vez observado estava ao seu alcance...²⁷

Mas, se é verdade que Friedmann não propõe uma verificação possível que permita escolher entre modelos cosmológicos, também é verdade que, como vimos, sempre se manifestou atento à necessidade dessa verificação experimental. Pelo que se deve discordar de Merleau-Ponty quando este acusa o matemático de indiferença quanto a esta questão:

Como escolher [o modelo de universo]? Friedmann não faz a menor ideia e tudo parece indicar que se está nas tintas para isso...²⁸

Friedmann parece não fazer ideia de como verificar a validade deste ou daquele modelo, mas não é verdade que se esteja nas tintas para o problema, porque, como vimos, é constante a sua preocupação com a necessidade de novos dados experimentais para se conseguir fazer escolhas.

3. finito ou infinito?

No artigo de 1924, Friedmann debruça-se sobre uma velha e fascinante questão cosmológica: será o universo espacialmente finito ou infinito?

Logo no início do artigo, afirma Friedmann:

²⁵ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 71.

²⁶ Ibid., p. 71.

²⁷ Ibid., p. 71.

²⁸ Ibid., p. 71.

Na nossa nota «Sobre a Curvatura do Espaço» [1922], tratámos das soluções das equações de universo de Einstein que têm por característica comum conduzirem a um espaço de curvatura constante positiva; discutimos todos os casos possíveis que conduzem a uma tal solução. Segundo as equações, a possibilidade de obter um universo de curvatura positiva depende da finitude do espaço. Por isso, é interessante ver se estas mesmas equações podem conduzir a um universo de curvatura constante negativa e assim libertar o nosso discurso, por assim dizer, desta hipótese de finitude.²⁹

Ao longo das páginas seguintes, Friedmann demonstra que as equações de Einstein admitem como solução um universo com curvatura constante negativa. Contudo, demonstra também que, se um espaço com curvatura positiva é sempre finito, nada se pode dizer quanto à *finitude/infinitude* de um espaço de curvatura negativa. Daí que termine assim o artigo:

Isto justifica o nosso ponto de vista segundo o qual, sem hipóteses adicionais, as equações de universo de Einstein não permitem resolver a questão da finitude do nosso universo.³⁰

Friedmann não manifesta qualquer preferência *thematica* pelo finito ou pelo infinito. Nem mesmo no seu livro de divulgação, publicado um ano antes. Pelo contrário, mantém-se objetivo na sua análise, considerando que são necessárias, não só novas considerações teóricas adicionais, como também contributos experimentais suplementares para se resolver a questão. É precisamente isso que afirma numa passagem do livro *O Universo como espaço e tempo*:

A métrica não permite, pois, resolver por si só a questão da *finitude* do espaço; para resolver este problema, são necessárias considerações teóricas e experimentais suplementares.³¹

A propósito desta questão, Merleau-Ponty considera que Friedmann «parece nunca ter experimentado (...) entusiasmo por um Universo fechado»³². Merleau-Ponty acusa mesmo o matemático de uma certa indiferença quanto à questão da finitude/infinitude

²⁹ Friedmann, Alexandre (1997a), p. 278.

³⁰ Ibid., p. 285.

³¹ Ibid., p. 208.

³² Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 70.

do universo, «a mesma indiferença»³³ manifestada quanto à escolha do modelo cosmológico capaz de dar conta da realidade do universo. Porém, se tudo parece indicar uma falta de entusiasmo pelo finito (assim como pelo infinito, aliás), a passagem que acabamos de ver, com uma explícita referência à necessidade de novas considerações experimentais, revela bem, uma vez mais, que Friedmann não foi indiferente à questão, mas antes prudente. Pelo que, uma vez mais, e pela mesma razão que devemos discordar no caso dos modelos cosmológicos, também neste caso devemos discordar da crítica de indiferença que faz Merleau-Ponty.

E certo é que esta questão (thematica) da finitude/infinitude do universo fica, pois, em aberto. Mas é importante assinalar que a questão se mantém em aberto no que se refere ao espaço. Quanto à dimensão temporal, tudo se joga na ideia de haver ou não um início (e/ou um fim) para o universo, o que se prende com a questão da origem e evolução do mesmo. E quanto a essa questão, os modelos de Friedmann assumem claramente uma posição, como veremos de seguida.

4. a origem do universo

Há autores, como Jean-Pierre Luminet, que atribuem ao artigo «Sobre a Curvatura do Espaço» uma importância fundamental, mesmo revolucionária, na história da ciência:

Com o seu artigo de 1922, Friedmann introduz uma revolução científica da mesma amplitude da revolução copernicana. Na cosmologia pré-copernicana o espaço estava centrado num lugar muito particular, a Terra. Na cosmologia pré-friedmanniana o decorrer temporal do universo estava reduzido a um caso muito particular, a estaticidade, ou seja, a ausência de qualquer evolução. A cosmologia friedmanniana introduz de forma irreversível a historicidade do universo como espaço-tempo e a ideia de um começo.³⁴

Independentemente de concordarmos ou não com esta exuberância fascinada de Luminet, é inegável, pelo que já vimos, que o artigo de Friedmann atribui historicidade ao universo como um todo (já não se trata apenas de historicidade da Terra, do sistema

³³ Ibid., p. 70.

³⁴ Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 43.

solar ou das estrelas, largamente admitida havia muito tempo em diversas hipóteses cosmogónicas científicas³⁵ e também admitida por Friedmann ao falar de evolução das massas gravitantes). É uma historicidade que contempla um começo para o universo. Mais: uma historicidade que contempla um possível fim, no caso de um universo oscilante, ou seja, sucessivos começos e fins. Uma historicidade em que a evolução (e uma possível involução) é central.

Friedmann utiliza pela primeira vez a expressão «criação do universo»³⁶ quando apresenta a possibilidade de um universo em expansão a partir de um raio inicial nulo (universo monótono de primeira espécie)³⁷. Pelo seu carácter inaugural, vale a pena citar essa passagem do texto:

Ao tempo que R [raio do universo] leva para crescer de 0 a R_0 chamaremos tempo após a criação do universo.³⁸

Friedmann complementa esta curta frase com uma nota:

O tempo após a criação do universo é o tempo decorrido entre o momento em que o espaço se encontrava reduzido a um ponto ($R=0$) e o instante presente ($R=R_0$); este termo também pode ser infinito.³⁹

Ter um raio nulo ($R=0$) significa estar reduzido a um ponto. A idade do universo é então o tempo decorrido desde esse estado de singularidade inicial. E, neste artigo de 1922, Friedmann trabalha tecnicamente esta questão da idade do universo, deduzindo equações não apenas para aquele modelo de universo como para os outros dois modelos, pelo que há uma equação específica para calcular o tempo decorrido entre o início e o momento correspondente a um certo raio de universo para cada um dos três modelos propostos⁴⁰.

³⁵ Cf. Ibid., p. 102.

³⁶ Friedmann, Alexandre (1997), p. 275.

³⁷ Ibid., p. 275.

³⁸ Ibid., p. 275.

³⁹ Ibid., p. 275.

⁴⁰ No caso do universo periódico, o raio do universo é uma função periódica do tempo, variando de zero a um valor máximo. A equação para o tempo corresponde, neste caso, ao tempo correspondente a essa variação, que Friedmann designa por período de universo. Cf. Ibid., p. 277.

No livro *O Universo como espaço e tempo*, Friedmann retoma a questão da historicidade do universo, nomeadamente a questão do começo e de um possível processo oscilante.

O primeiro capítulo do livro começa com uma epígrafe que se refere a uma passagem da Bíblia, mais precisamente do Livro da Sabedoria:

*Ele criou todas as coisas segundo a medida e o número.*⁴¹

Atendendo às questões que Friedmann expõe ao longo do capítulo, como a medida das grandezas, a aritmetização do espaço e a métrica do espaço, a epígrafe pode ser vista como simples e breve prelúdio àquelas questões (de medida e número), sem qualquer significado especial ou subliminar.

Contudo, esta não é a única vez que Friedmann traz para o seu livro referências religiosas associadas à ideia de criação. Especialmente significativa é esta passagem:

Isto [os modelos de universo variável] faz lembrar certas concepções mitológicas dos Hindus relativas aos «ciclos de existência»; poderíamos igualmente falar de uma *criação do mundo a partir do nada* [II Livro dos Macabeus, 7;28]. Mas tudo isto deve apenas ser tido a título de curiosidade e não pode ser provado por meio de observações astronómicas ainda insuficientes. À falta de bons dados astronómicos, seria falacioso atribuir números para caracterizar as «vias» de um universo variável: se, ainda assim, tentarmos calcular por simples curiosidade o tempo decorrido desde o instante em que o universo foi criado a partir de um ponto até ao instante presente, ou seja, determinar o tempo decorrido desde a criação do mundo, encontramos valores de algumas dezenas de milhares de milhões de anos.⁴²

Tal como no caso da epígrafe, passagens como esta, com explícitas referências religiosas, ainda que apresentadas «a título de curiosidade», mostram claramente que não estamos perante um artigo científico, um tipo de texto onde, em pleno séc. XX, não caberiam estas ou outras referências religiosas.

Friedmann, com o seu artigo de 1922, é o primeiro autor a tratar a ideia da *criação do universo* em termos puramente científicos, nomeadamente físico-matemáticos. De

⁴¹ Friedmann, Alexandre (1997b), p. 108. A passagem bíblica diz precisamente: *Porém, dispusestes tudo com medida, número e peso*. Livro da Sabedoria, 11:20, *Bíblia Sagrada* (1986).

⁴² Ibid., pp. 206-207.

facto, devemos notar que, naquele artigo, a expressão *criação do universo* aparece despida de quaisquer conotações religiosas, pois, como vimos, trata-se apenas de referir um início: o início do aumento do raio do universo, coincidente com o início do intervalo temporal que corresponde à idade do universo. Ou seja: no artigo de 1922, Friedmann, embora utilize a expressão *criação do universo*, trata o começo do universo simplesmente como momento e estado inicial do universo, como origem natural da dinâmica expansiva do universo.

A este propósito, escreve Jean-Pierre Luminet:

No que respeita à singularidade cósmica (o universo reduzido a um ponto), Friedmann coloca pela primeira vez o problema do início e do fim do universo em termos científicos.⁴³

E quanto ao livro *O Universo como espaço e tempo*, Jean-Pierre Luminet afirma que um dos pontos fortes da obra é precisamente

a afirmação de que a «criação do universo» surge naturalmente como solução das equações do campo gravitacional.⁴⁴

O que isto significa é que, decorrendo naturalmente das equações da relatividade geral, a possibilidade de uma origem (assim como de um fim) para o universo faz todo o sentido do ponto de vista físico-matemático, pelo que não é necessário convocar domínios que não sejam estritamente científicos para abordar esta questão. Compreende-se bem, portanto, a preocupação de Friedmann em “separar as águas” quando diz que possíveis associações de similitude entre os seus modelos e certas concepções religiosas devem ser tidas «a título de curiosidade». Contudo, a tradicional conotação da expressão *criação do mundo* com ação sobrenatural, de carácter mitológico ou teológico, e a similitude dos modelos com a ideia (judaico-cristã) de criação a partir do nada ou com a ideia (hindu) de ciclos de existência conjugam-se aqui, o que potencia uma associação muito imediata, quase intuitiva, entre a criação no sentido exposto por Friedmann e a criação no sentido religioso.

⁴³ Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 40.

⁴⁴ Ibid., p.34.

Assim, ao enunciar esta «curiosidade», Friedmann acaba por (involuntariamente ou não) verbalizar esta associação fácil e desta forma promover ou até caucionar (embora aparentemente afirme o contrário) possíveis associações dos seus modelos científicos com a ideia milenar de criação sobrenatural do mundo. Associações que, no limite, podem sugerir que a ciência está, finalmente, a corroborar antigas crenças cosmogónicas religiosas.

Aliás, há quem considere que Friedmann viu mesmo implicações religiosas nos seus modelos⁴⁵. E sabe-se que Friedmann escreveu um livro a que chamou precisamente *Criação (Mirozdanie)*, manuscrito que ficou inédito e se perdeu.

O regime comunista soviético, materialista e nada interessado em cosmogonias com conotação religiosa, considerou Friedmann como um criacionista (no sentido religioso do termo) e há quem acredite haver indícios de que poderia ter sido perseguido por isso se não tivesse morrido prematuramente em 1925, pouco depois de ter publicado os seus textos cosmológicos⁴⁶.

A política não foi indiferente e não reagiu bem às ideias de Friedmann. E, quanto à ciência, considera Jean-Pierre Luminet:

Este termo «criação do mundo», uma vez lançado no campo da cosmologia relativista, iria suscitar bastantes turbilhões e mal-entendidos, e bloquear psicologicamente a maioria dos físicos.⁴⁷

Apesar destes turbilhões, mal-entendidos e bloqueios, a questão da criação do mundo, entendida como origem natural do nosso universo, destituída de conotações religiosas e trabalhada em termos estritamente científicos, viria a ter um lugar central nas discussões cosmológicas que se seguiriam, tornando-se uma importante e polémica questão científica⁴⁸. Veremos isso mais adiante, não apenas com cientistas que seguiram a linha cosmológica inaugurada por Friedmann, como Lemaître e Gamow, mas também com os seus críticos, de que especialmente se destacará Fred Hoyle.

⁴⁵ Cf. Ibid., p. 40.

⁴⁶ Cf. Ibid., p. 30 e pp. 40-41.

⁴⁷ Ibid., p. 40.

⁴⁸ Cf. Ibid., p. 206.

5. a discreta presença de Deus

No final do livro *O Universo como espaço e tempo*, Friedmann reconhece que a compreensão do universo é dificultada por ferramentas matemáticas limitadas e por dados experimentais insuficientes, mas manifesta um grande otimismo ao considerar que:

(...) trata-se apenas de obstáculos temporários; os nossos descendentes descobrirão certamente a verdadeira natureza deste cosmos que nos alberga.⁴⁹

Este otimismo quanto às capacidades da inteligência humana não impede Friedmann de considerar logo a seguir que existe uma realidade para além deste universo que será para sempre inalcançável pela mente humana, por mais progressos científicos que esta consiga realizar. Assim, acrescenta:

Contudo, parece que

Medir a profundidade dos oceanos,
Contar os grãos de areia e o raio dos planetas
Tudo isto o espírito humano pode fazer,
Mas de Ti não pode encontrar a medida.⁵⁰

A este propósito, diz Jean-Pierre Luminet:

Cristão ortodoxo, Friedmann segue aqui a doutrina segundo a qual Deus, criador do universo com «razão e medida», é também o criador de todo o raciocínio. Assim, Ele é maior do que todo o raciocínio, de forma que não pode ser apreendido por este último.⁵¹

Assinale-se que Friedmann começa o livro (mais precisamente o primeiro capítulo) com uma referência a Deus, numa citação da Bíblia, e acaba o livro com outra referência a Deus, numa citação de um livro do poeta russo Gavriil Romanovitch que se chama

⁴⁹ Friedmann, Alexandre (1997b), p. 213.

⁵⁰ Ibid., p. 213. Versos extraídos de *Deus*, famosa obra do poeta russo Gavriil Romanovitch (1743-1816).

⁵¹ Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 213.

precisamente *Deus*. É impossível, no plano thematico, ficarmos indiferentes a esta circularidade.

Com efeito, a conjugação da citação bíblica inicial («Ele criou todas as coisas segundo a medida e o número») com estes versos do livro *Deus* sugere que Friedmann entendia a natureza como realidade criada e de alguma forma organizada por Deus (o Deus cristão), uma *natureza teologicamente dependente*, segundo Holton um thema bem antigo nas ciências físicas.

O que reforça a ideia de que, para Friedmann, não se trata afinal de simples «curiosidade» a possível analogia que apontou entre os seus modelos não estacionários e certas concepções cosmogónicas religiosas, especialmente a concepção judaico-cristã de criação a partir do nada.

Estamos, pois, perante um território intelectualmente propenso a alguma confusão, em que física e religião facilmente podem ser aproximadas e mesmo misturadas, ainda que de forma mais insinuada do que confessada ou ainda que se desenvolva uma abordagem verdadeiramente científica da questão da origem do universo. É um território controverso, fértil em discussões apaixonadas e respostas obstinadas. Não é certamente por acaso que nunca mais se parou de escrever e discutir intensamente acerca de uma eventual intervenção divina na origem do universo tal como esta é descrita pela cosmologia relativista inaugurada por Friedmann⁵². Esta questão não é de somenos importância para compreendermos a história da cosmologia no séc. XX e, em particular, para compreendermos a consolidação e o sucesso (sobretudo popular) da cosmologia do big bang, pelo que mais adiante retomaremos este assunto, detendo-nos então com bastante acuidade sobre o que está em jogo.

⁵² Inúmeras obras publicadas ao longo das últimas décadas, algumas de cientistas tão prestigiados como Stephen Hawking, discorrem seriamente sobre este tema. Voltaremos a esta questão mais adiante.

II.2. Thematica do Big Bang

- os textos de Georges Lemaître

Vimos que Friedmann insistiu na importância das observações experimentais para conhecermos a estrutura do universo e para podermos decidir qual dos modelos cosmológicos relativistas corresponde ao universo real. Referiu, a propósito e por diversas vezes, a necessidade de novos dados astronómicos, considerando que os dados então conhecidos (ou, pelo menos, por ele conhecidos) eram manifestamente insuficientes para avançar nesta questão.

Ora, sem conhecer os trabalhos de Friedmann, o astrónomo belga Georges Lemaître descobre igualmente, e pouco depois, que as equações da relatividade geral, no âmbito do modelo de de Sitter, admitem soluções cosmológicas não estáticas e uma relação linear entre a velocidade e a distância⁵³. Mas Lemaître dispõe de uma importante vantagem sobre Friedmann: devido à sua passagem pelo MIT em 1925 e 1927, onde trabalhavam os astrónomos Edwin Hubble e Vesto Slipher, conhecia alguns resultados preliminares acerca do *redshift*, o deslocamento para o vermelho dos espectros das nebulosas extragalácticas (também galáxias). Como assinala Jean-Pierre Luminet:

Graças à sua passagem pelo MIT, Lemaître está informado destes resultados preliminares e, contrariamente a Friedmann que ignorava os resultados experimentais, ganha uma firme vontade de dar conta dos dados da observação existentes na época.⁵⁴

É assim que, em 1927, depois de regressar dos EUA e dispondo de dados astronómicos de que Friedmann não dispunha, Lemaître escreve e publica o artigo «Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques»⁵⁵, onde relaciona a ideia (teórica) de expansão do universo com a velocidade de afastamento das galáxias (dado observacional).

⁵³ Cf. Lemaître, Abbé G. (1925 e 1925a).

⁵⁴ Luminet, Jean.-Pierre (1997), p. 54. Cf. também Crawford, Paulo (2012), pp. 3-4.

⁵⁵ Lemaître, Abbé G. (1927).

Alguns anos depois, em 1931, Lemaître publica um artigo de divulgação, «L'expansion de l'espace»⁵⁶, baseado no artigo científico do mesmo ano, «The Expanding Universe»⁵⁷. Também em 1931, Lemaître publica um artigo científico de uma só página na revista *Nature*, «The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory»⁵⁸. E, em 1945, publica o texto de divulgação «L'hypothèse de l'atome primitif», que acabará por integrar e dar título a uma coletânea de textos publicada no ano seguinte e que se tornaria a sua obra mais conhecida, *L'Hypothèse de l'Atome Primitif – Essai de Cosmogonie*⁵⁹.

São estes os textos (dois artigos científicos, de 1927 e 1931, e dois textos de divulgação, de 1931 e 1945) que procurarei analisar sob a perspetiva thematic. Vamos percorrer estes textos por ordem cronológica, o que nos pode dar uma perspetiva sobre a forma como se foi construindo a visão cosmológica de Lemaître.

1. «Um universo homogéneo de massa constante e de raio crescente, dando conta da velocidade radial das nebulosas extragaláticas»

Do ponto de vista thematico, o título deste artigo de Lemaître é de uma riqueza notável. Apesar de um simples título, explicita nada menos do que três importantes themata: *homogeneidade* (na expressão «universo homogéneo»), *constância* ou invariância (referente a um universo «de massa constante») e o thema antitético da constância, a *variância* (referente a um universo de «raio crescente»).

Tal como a cosmologia de Friedmann, também a cosmologia de Lemaître é relativista, ou seja, fundamenta-se e desenvolve-se no quadro da relatividade geral. Referindo-se ao modelo de Einstein e ao modelo de de Sitter, Lemaître manifesta uma grande preocupação com a adequação destes modelos cosmológicos à realidade:

As duas soluções têm, pois, as suas vantagens. Uma [de de Sitter] está de acordo com a observação das velocidades radiais das nebulosas, a outra [de Einstein] dá conta da presença de matéria e oferece uma relação satisfatória entre o raio do universo e a

⁵⁶ Lemaître, Abbé G. (1931a).

⁵⁷ Lemaître, Abbé G. (1931).

⁵⁸ Lemaître, Abbé G. (1931b).

⁵⁹ Lemaître, Georges (1946).

massa que contém. Parece desejável obter uma solução intermédia que pudesse combinar as vantagens de cada uma delas.⁶⁰

Lemaître mostra-se, pois, insatisfeito com o alcance parcelar daqueles modelos e procura uma solução mais abrangente que combine o melhor de cada um. É precisamente nessa procura que Lemaître se encontra com a possibilidade de o raio do espaço variar, como podemos ver a seguir:

À primeira vista, uma tal solução intermédia não existe. Um campo gravitacional estático e de simetria esférica não admite senão duas soluções, a de Einstein e a de de Sitter, se a matéria se encontra uniformemente distribuída e não submetida a qualquer pressão ou tensão interior. (...)

Para encontrar uma solução que apresente simultaneamente as vantagens da solução de Einstein e da solução de de Sitter, somos levados a estudar um universo de Einstein em que o raio do espaço (ou do universo) varia de alguma forma.⁶¹

Na busca por essa solução mais interessante, Lemaître prefere o pleno de Einstein ao vazio de de Sitter, tal como já havia sucedido com Friedmann. Considerando que o universo contém «tanta matéria quanta pode conter»⁶² e que a mesma se encontra distribuída de forma uniforme, pode-se falar em densidade, sendo esta independente da posição. Explica Lemaître:

Tal como para a solução de Einstein, assimilamos o universo a um gás muito rarefeito no qual as nebulosas extragaláticas constituem as moléculas: supomo-las tão numerosas que um volume pequeno, relativamente ao conjunto do universo, contém suficientes nebulosas para que possamos falar da densidade da matéria. (...) Para além do mais, supomos que a distribuição das nebulosas é uniforme e, portanto, a densidade é independente da posição.⁶³

Mas quanto ao raio do universo, Lemaître rompe com a visão estática de Einstein e prefere a dinâmica possibilitada pelo modelo de de Sitter. Lemaître propõe, assim, um novo modelo cosmológico, em que a massa é *constante* mas a sua densidade é *variável*,

⁶⁰ Lemaître, Abbé G. (1927), p. 50.

⁶¹ Ibid., pp. 50-51.

⁶² Ibid., p. 50.

⁶³ Ibid., p. 51. Devemos entender aqui «nebulosas extragaláticas» como galáxias.

porque o raio do universo é também *variável*. A densidade da matéria é independente da posição mas não do tempo. Afirma Lemaître:

Para uma variação arbitrária do raio do universo, a densidade, uniforme no espaço, varia com o tempo. Além disso, a matéria é, em geral, submetida a tensões que, por causa da homogeneidade, se reduzem a uma simples pressão uniforme no espaço e variável no tempo.⁶⁴

Como vemos, estamos perante grandezas variáveis. Mas, à partida, há sempre duas possibilidades de variação: um aumento ou uma diminuição. Como podemos saber se o raio do universo aumenta e a densidade diminui ou se, pelo contrário, o raio diminui e a densidade aumenta?

Se a densidade da matéria varia com o tempo, então as distâncias entre as galáxias (quais “moléculas do gás universo”) também variam. E é aqui que Lemaître se socorre dos novos dados observacionais que, entretanto, haviam ficado disponíveis com as observações de Hubble e Slipher. Tendo conhecimento da descoberta do *red-shift* (deslocamento para o vermelho) nos espectros das nebulosas extragaláticas (entenda-se galáxias), Lemaître propõe que o mesmo «é devido à variação do raio do universo»⁶⁵. É o *redshift* das riscas espectrais que dá a Lemaître a pista observacional de que Friedmann não dispunha para decidir, dentro das soluções cosmológicas possíveis para as equações relativistas, entre uma solução estática e uma solução não estática. Como o *redshift* indica afastamento das galáxias, a hipótese mais plausível é de que o raio do universo esteja a aumentar. Chegamos assim à ideia de espaço e de universo em expansão, com a densidade a diminuir ao longo do tempo.

Assim, depois das demonstrações matemáticas, escreve Lemaître na conclusão do seu artigo:

Obtivemos uma solução que verifica as seguintes condições:

1. A massa do universo é constante e está ligada à constante cosmológica (...).
2. O raio do universo cresce sem cessar desde um valor assintótico R_0 para $t = -\infty$.

⁶⁴ Ibid., p. 51.

⁶⁵ Ibid., p. 54.

3. O afastamento das nebulosas extragaláticas é um efeito cósmico devido à expansão do espaço e permite calcular o raio R_0 (...). (...) ⁶⁶

Ou seja: Lemaître propõe um modelo em que o universo tem massa constante e uniformemente distribuída, é espacialmente finito mas está em expansão porque o espaço está em expansão, iniciada há muito tempo a partir de uma esfera estática de raio R_0 .

Não podemos deixar de assinalar que este modelo de Lemaître é desprovido de qualquer singularidade inicial, ao contrário do que vimos nos modelos de Friedmann: a expansão do espaço acontece a partir de um raio R_0 (maior do que zero), existente num passado em que o universo se manteve aproximadamente estático. E a este valor mínimo do raio não corresponde um início temporal do universo (um $t = 0$) mas, pelo contrário, um $t = -\infty$. Assim, neste modelo, o universo tem como passado um período de tempo infinito (o universo tem uma idade infinita). Estamos, portanto, perante um universo espacialmente finito mas temporalmente infinito.

Quanto à causa da variação do raio, ou seja, quanto à causa da expansão do universo, Lemaître adianta que talvez esta se deva à pressão da radiação:

(...) a pressão de radiação trabalha durante a expansão. Isto parece sugerir que esta expansão foi produzida pela própria radiação. Num universo estático, a luz emitida pela matéria percorre o espaço fechado, regressa ao seu ponto de partida e acumula-se sem parar. Parece que deve ser procurada aqui a origem da velocidade de expansão (...). ⁶⁷

A expansão do universo, por pressão da radiação, resultaria indiretamente, como vemos, do facto de o universo ser espacialmente finito e fechado sobre si próprio.

2. «A expansão do espaço»

Este texto, de 1931, é a versão simplificada (de divulgação) de um artigo científico, muito matematizado, publicado em março do mesmo ano («The Expanding Universe» ⁶⁸).

⁶⁶ Ibid., p. 58.

⁶⁷ Ibid., p. 59.

⁶⁸ Lemaître, Abbé G. (1931).

Lemaître retoma a ideia do universo em expansão, voltando a considerar o deslocamento para o vermelho observado nas riscas espectrais das nebulosas extragaláticas (entenda-se galáxias) como evidência do fenómeno, mas vai mais além e apresenta novas propostas quanto à evolução do universo. Uma vez assumida a expansão, Lemaître ensaia sobre os processos evolutivos que terão ocorrido ao longo do tempo num universo em expansão.

Lemaître começa por mostrar como a ideia laplaciana de nebulosa, uma antiga cosmogonia assente na condensação da matéria, implica, curiosamente, a expansão do espaço (logo, do universo). De facto, depois de várias páginas de raciocínio acerca dessa questão, conclui Lemaître:

Podemos então concluir que a formação de condensações locais na nebulosa de Laplace em equilíbrio teve de romper com esse equilíbrio e despelotar a expansão do universo.

A hipótese de Laplace tem, portanto, como consequência a expansão do espaço.⁶⁹

Contudo, quanto à *evolução* que o universo conhece durante a sua expansão, Lemaître afasta-se desta cosmogonia de condensação:

A evolução aconteceu mesmo segundo o género de Laplace, partindo do extremamente difuso para chegar ao atual estado da matéria: condensações estelares dispersas num vazio extremo? A luz não levaria um minuto a atravessar o Sol mas precisaria de quatro anos para alcançar a estrela mais próxima. O mundo estelar, tal como o mundo atómico, aparece como extraordinariamente vazio. Mesmo num sólido, apenas um milionésimo de milionésimo do volume é ocupado pelos núcleos atómicos ou eletrões. Uma cosmogonia verdadeiramente completa deveria explicar tanto os átomos como as estrelas, e certamente os átomos não podem ter como origem o extremamente difuso. No domínio atómico, conhecemos uma transformação espontânea que nos pode fornecer uma certa ideia do sentido da evolução natural; é a transformação dos corpos radioativos.⁷⁰

Vemos que Lemaître defende que a compreensão do macrosocosmos deve estar associada à compreensão do microcosmos, nomeadamente quanto à origem e evolução das diversas entidades físicas, sejam átomos, estrelas, galáxias ou o próprio universo no

⁶⁹ Lemaître, Abbé G. (1931a). Reeditado em Lemaître, Abbé G. (1997a), p. 227.

⁷⁰ Ibid., p. 231.

seu todo. E defende que a condensação não consegue responder a essa questão cosmogônica. Segundo Lemaître essa resposta deverá ser procurada na ideia oposta à de condensação – a desintegração, como acontece na transformação (espontânea) dos corpos radioativos.

Por outro lado, trata-se de assumir uma correspondência analógica microcosmos-macrocosmos quanto ao modo de funcionamento evolutivo, uma *unidade* fenomenológica microcosmos-macrocosmos. Há, segundo Lemaître, uma «tendência natural da matéria para se despedaçar em partículas cada vez mais numerosas»⁷¹. Daí que se possa perguntar:

As transformações radioativas não serão um pálido resto da evolução original do mundo (...)?⁷²

Ou seja: segundo Lemaître, a física das partículas microscópicas está ligada à cosmologia. O aumento do número de partículas (que corresponde a um aumento de entropia) define o sentido da evolução, funcionando como “seta do tempo” cósmica. Acrescenta Lemaître:

Parece, pois, que tanto nas trocas térmicas como nas transformações radioativas, a evolução acontece com aumento do número de partículas: fótons ou átomos.⁷³

Desta forma, a evolução cria *multiplicidade* e diversidade. Não por agregação da matéria (como na cosmogonia laplaciana), mas por desagregação, uma desintegração que aumenta a multiplicidade e a diversidade ao longo do tempo. Como Lemaître acrescenta, a evolução não se faz por condensação mas sim por difusão:

A evolução faz-se, pois, do simples para o composto e não do difuso para o condensado. A origem do mundo não é verosimilmente uma nebulosa primitiva, mas antes uma espécie de átomo primitivo cujos produtos de desintegração formam o mundo atual.⁷⁴

Lemaître introduz aqui a ideia de uma *unidade* inicial, «uma espécie de átomo primitivo», entidade *simples* que teria originado por desintegração uma multiplicidade de partículas simples que fazem parte de toda a diversidade do universo, partículas

⁷¹ Ibid., p. 232.

⁷² Ibid., p. 232.

⁷³ Ibid., p. 233.

⁷⁴ Ibid., p. 233.

simples que se compuseram de diversas formas criando uma imensa diversidade que atualmente contém entidades simples mas também estruturas de grande *complexidade*.

Lemaître também designa o átomo primitivo por «átomo-universo» ou «pacote único», nomes que ilustram perfeitamente a ideia de que toda a matéria e energia do universo estariam totalmente concentradas, no início, numa única entidade:

O mundo procedeu do condensado ao difuso. O aumento de entropia que caracteriza o sentido da evolução é a fragmentação progressiva da energia que existiu na origem num pacote único. O átomo-universo despedaçou-se em fragmentos, cada fragmento em pedaços mais pequenos.⁷⁵

Isto não significa que Lemaître ignore ou recuse processos cósmicos de condensação. Pelo contrário, reconhece-os como necessários à formação das galáxias. Mas, segundo Lemaître, a condensação de matéria à escala cósmica apenas terá dominado na segunda de três fases evolutivas do universo e não como orientação geral da evolução.

Com efeito, neste novo modelo de Lemaître, a expansão do universo acontece em três fases:

Um primeiro período de expansão rápida em que o átomo-universo se despedaçou em átomos-estrelas, um período de abrandamento, seguido de um terceiro período de expansão acelerada.⁷⁶

No início do primeiro período, ou seja, no início da história do universo, «o raio do espaço partiu do zero»⁷⁷ e expandiu-se muito rapidamente, no segundo período o raio manteve-se aproximadamente constante e ocorreram os processos de condensação que originaram as grandes estruturas cósmicas como galáxias e enxames, no terceiro período a expansão foi retomada e continua a acontecer, sendo este o período em que muito provavelmente nos encontramos.

Ao longo da história do universo há, segundo Lemaître, um jogo de equilíbrio/desequilíbrio entre gravitação, força atrativa, e a constante cosmológica, interpretada como força repulsiva. Um equilíbrio entre ambas mantém o universo

⁷⁵ Ibid., p. 236.

⁷⁶ Ibid., p. 237.

⁷⁷ Ibid., p. 237.

estático (o que terá praticamente acontecido na segunda fase deste modelo de Lemaître), mas um desequilíbrio provoca uma expansão ou uma contração do universo, consoante a força dominante.

Notemos que Lemaître retoma aqui, independentemente e através de um raciocínio físico mais do que matemático, a hipótese que Friedmann já havia sugerido de que a origem do universo corresponde a um raio nulo (onde toda a massa-energia do universo estava concentrada). Trata-se de uma profunda diferença relativamente ao modelo apresentado no artigo de 1927 – já não há R_0 nem tempo infinito e a esfera inicial é substituída pelo átomo-universo.

Se do ponto de vista matemático esta singularidade pode não causar grande desconforto, do ponto de vista físico corresponde a uma situação difícil, se não impossível, de imaginar. Lemaître não se detém neste problema mas não se inibe de traçar um quadro imaginativo:

Podemos conceber que o espaço começou com o átomo primitivo e que o começo do espaço marcou o começo do tempo. O raio do espaço partiu do zero; os primeiros estádios da expansão consistiram numa expansão rápida determinada pela massa do átomo inicial, aproximadamente igual à massa atual do universo.⁷⁸

Neste quadro, a origem do universo é descrita como momento espetacular e grandioso. Uma cosmogonia rápida, mesmo explosiva. É esse o sentido desta descrição metafórica:

A evolução do mundo pode ser comparada a um fogo-de-artifício que vem de terminar. Algumas mechas vermelhas, cinzas e fumos. Levantados sobre uma escória mais arrefecida, vemos extinguir-se suavemente os sóis e procuramos reconstituir o estoiro desaparecido da formação dos mundos.⁷⁹

Ou seja: o início da expansão do universo foi tão rápido que podemos vê-lo como explosivo, um estoiro, um rebentamento que projeta luz e matéria; um gigantesco espetáculo de fogo-de-artifício de que já só vemos reminiscências.

⁷⁸ Ibid., p. 237.

⁷⁹ Ibid., p. 237.

Lemaître não consegue abandonar a descrição metafórica. Mais adiante, usando a metáfora antropomórfica do *ciclo vital*, considera que essa juventude do universo deixou marcas que ainda hoje podemos observar:

O nosso universo tem as marcas da sua juventude e podemos esperar reconstituir a sua história. Os documentos de que dispomos não estão escondidos nas pilhas de tijolos gravados dos Babilónios, a nossa biblioteca não corre o risco de ser destruída por um qualquer incêndio; é o espaço admiravelmente vazio onde se conservam as ondas luminosas melhor do que o som na cera dos fonógrafos. O telescópio é um instrumento que vê longe no espaço, mas é sobretudo um instrumento que vê longe no passado. A luz das nebulosas conta-nos a história de há cem milhões de anos e todos os acontecimentos da evolução do mundo estão à nossa disposição, inscritos em ondas rápidas no éter internebular.⁸⁰

No fundo, estamos perante uma espécie de programa de investigação: se quisermos conhecer o passado do universo basta observarmos os vestígios que foram ficando da sua história, porque a evolução cósmica deixou vestígios que continuam a existir. Em concreto, Lemaître acredita que os raios cósmicos, de intensidade isotrópica, são vestígios históricos a ter especialmente em conta:

A intensidade dos raios [cósmicos] é notavelmente constante, qualquer que seja a direção para a qual se volte o zénite do lugar de observação. (...) fenómeno verdadeiramente cósmico cuja causa parece dever ser procurada para lá das nebulosas mais longínquas, bem longe no espaço e no tempo, tão longe que nos conta talvez a história primitiva do nosso próprio Sol que regressa depois de ter dado a volta ao espaço.⁸¹

Vemos que o universo é tido como fechado, de tal forma que os raios cósmicos, sem mudar de sentido, conseguem dar voltas ao universo⁸². Os raios cósmicos são assim considerados, não apenas como vestígios dos primórdios do universo, como também uma prova observacional que, na perspetiva de Lemaître, nos deve levar a decidir a favor

⁸⁰ Ibid., p. 234.

⁸¹ Ibid., p. 235.

⁸² É justo assinalar, contudo, que Lemaître não foi o primeiro cientista a propor que certas entidades podem “circum-navegar” o universo. De facto, em 1913, Barret Frankland havia sugerido a hipótese de uma imagem antipodal do Sol, criada por raios solares chegados à Terra (do lado oposto à estrela) depois de darem uma volta completa ao espaço. Cf. Ibid., p. 235 (nota de Jean-Pierre Luminet).

da *finitude* do universo. Recordemos, que Friedmann deixara em aberto a velha questão da finitude/infinitude. Mas Lemaître já se assumira a favor de um universo finito no artigo de 1927. A interpretação que agora faz dos raios cósmicos encaixa-se perfeitamente nesta adesão à finitude do universo.

Já no final do texto, em tom apocalítico, Lemaître refere ainda a possibilidade de um universo oscilante, como já havia sido sugerido por Friedmann. Uma contração do universo pode seguir-se à expansão, «pondo fim à história do mundo por um último fogo-de-artifício depois do qual o raio do espaço se reduziria de novo a zero.»⁸³

Mas para haver contração é necessário que a gravitação, diretamente proporcional à densidade de matéria, consiga parar a expansão e Lemaître considera que as observações de densidade de matéria contrariam esta possibilidade, acabando o texto com algumas palavras tranquilizadoras:

Poderíamos, por outro lado, tranquilizar-nos ao constatar que o espaço ainda se expande e, portanto, se o mundo deve acabar desta maneira, vivemos numa época mais próxima do começo do que do fim do mundo.

É mais provável que a expansão tenha já ultrapassado o raio de equilíbrio e não venha a ser seguida de uma contração. Nesse caso, não devemos esperar mais nada de sensacional: os sóis arrefecerão, as nebulosas afastar-se-ão, cinzas e fumos do fogo-de-artifício original acabarão por arrefecer e dispersar-se.⁸⁴

Ou seja: segundo Lemaître, o universo é finito quanto ao espaço (tem raio variável mas finito) e quanto ao tempo (tem uma idade), mas provavelmente tende para o infinito, continuando a expandir-se indefinidamente.

3. «O princípio do mundo do ponto de vista da física quântica»

No pequeno artigo de uma só página, publicado em maio de 1931 na revista *Nature*, cerca de dois meses depois de «The Expanding Universe», a que se reporta o texto «A Expansão do Espaço», reencontramos as mesmas ideias fundamentais, nomeadamente

⁸³ Ibid, p. 238.

⁸⁴ Ibid., p. 238.

quanto à hipótese de evolução do universo por desintegração de uma unidade inicial. Mas, neste artigo, Lemaître convoca explicitamente a física quântica para a sua cosmogonia, não falando em átomo primitivo ou átomo-universo mas sim em «quantum único»⁸⁵, o que, como veremos, tem importantes implicações. Para além disso, o interesse thematico deste artigo reside também no facto de a sua versão publicada não conter a última frase do texto original, uma frase deliberadamente retirada pelo próprio Lemaître e que, como veremos, é muito significativa do ponto de vista thematico.

Lemaître começa por referir a objecção filosófica que Eddington (seu antigo professor) manifestou relativamente a uma certa ideia de início do universo:

Sir A. S. Eddington escreveu que, filosoficamente, a ideia de um começo da ordem atual do mundo o repugnava. Parece-me que o estado atual da teoria dos quanta sugere, pelo contrário, que o começo do mundo foi muito diferente da ordem atual do mundo.⁸⁶

A *ordem* (do mundo como um todo) surge aqui como um thema central. E todo o breve artigo de Lemaître se desenvolve no sentido de mostrar que o universo tem uma história e que o seu estado atual é muito diferente do seu estado inicial, nomeadamente quanto à ordem manifestada, pelo que não haveria razão para a objecção de Eddington.

Ao aderir a uma visão quântica do início e da evolução do universo, Lemaître concede ao discreto ou *descontínuo* um lugar central na história do universo. Fá-lo respeitando o princípio de conservação da energia (primeira lei da termodinâmica), ou seja, assumindo como fundamental o thema da *constância* da energia e imaginando a evolução do universo como um gigantesco e prolongado processo de decomposição, ou seja, de desintegração de quanta:

A energia existe em pacotes ou quanta distintos e o total mantém-se constante;

O número destes quanta aumenta sem cessar.⁸⁷

Lemaître fundamenta a sua ideia nos processos de desintegração radioativa, que permitem o aparecimento espontâneo de diversas partículas a partir de uma anterior:

⁸⁵ Lemaître, Abée G. (1931b), p. 706.

⁸⁶ Ibid., p. 706.

⁸⁷ Ibid., p 706.

Pode ser difícil seguir esta ideia em detalhe (...).

Se o desenvolvimento futuro da teoria dos quanta se fizer neste sentido, poderemos sem dúvida conceber o início do mundo na forma de um átomo único cujo peso atômico é a massa do universo.

Este átomo instável ter-se-ia dividido de uma forma análoga aos corpos radioativos.⁸⁸

Ou seja: esta *multiplicidade* crescente resulta de sucessivas divisões de uma *unidade* inicial:

Se recuarmos no curso do tempo, devemos encontrar sempre menos quanta, até encontrarmos toda a energia do universo concentrada num pequeno número ou mesmo num só quantum.⁸⁹

Isto corresponde a um aumento de entropia a partir de um estado de entropia inicial nula, o que respeita o princípio do aumento de entropia (segunda lei da termodinâmica). Mas, por outro lado, se de uma unidade inicial (estado muito simples) resultou uma multiplicidade atual constituída não apenas por uma diversidade de entidades elementares (provenientes da desintegração sucessiva daquele quantum inicial) mas também por entidades mais ou menos complexas construídas com aquelas (átomos, moléculas, sistemas planetários, galáxias, enxames, superenxames, organismos vivos...), podemos dizer que, segundo a ideia de Lemaître, o universo conheceu uma longa *evolução da simplicidade para a complexidade*.

Ordem identifica-se assim com organização de entidades elementares, diretamente associada a níveis de complexidade. E admitir um começo para o universo não é, pois, na perspetiva de Lemaître, admitir um estado de ordem cósmica semelhante ao que agora conhecemos. Por outras palavras, não se trata de defender uma ideia *criacionista*, no sentido estático do termo (ou seja, em que o universo teria conservado o seu nível de complexidade e, portanto, teria logo começado num estado muito semelhante ao atual), mas antes uma ideia *evolucionista*, de dinâmica cósmica em que a organização e a complexidade que atualmente conhecemos resultam de um estado remoto de grande simplicidade.

⁸⁸ Ibid., p. 706.

⁸⁹ Ibid., p. 706.

Daí as palavras de Lemaître:

Um tal começo [do mundo] é sem dúvida tão afastado da ordem presente da natureza que já não repugna.⁹⁰

Na ordem atual do universo temos de considerar a existência de vida e Lemaître associa a física de partículas não apenas à cosmologia como também à biologia:

Algum vestígio deste processo poderia, segundo a ideia de Sir James Jeans, manter o calor das estrelas até aos nossos átomos de pequeno número atômico tornarem a vida possível.⁹¹

A evolução biológica integra-se, portanto, na evolução cósmica, toda ela possibilitada e potenciada pela física das partículas microscópicas.

Até aqui (à parte a importância dada ao thema da ordem e a referência à biologia), parece que nada há de essencialmente (ou thematicamente) novo neste artigo, relativamente ao texto «A Expansão do Espaço». São, no essencial, as mesmas ideias, apresentadas agora com léxico de física quântica. Contudo, esta convocação da física quântica para a cosmologia e particularmente para a cosmogonia tem importantes implicações, de que Lemaître se apercebe imediatamente: sendo a origem do universo um acontecimento quântico, não há razão para qualquer determinismo evolutivo.

Isto porque o princípio de *incerteza*, tão fundamental em acontecimentos quânticos, implica, quando aplicado à origem do universo, que a história cósmica seja imprevisível, regida pela *contingência* ao invés de uma qualquer *necessidade* inscrita no quantum inicial:

É claro que o quantum inicial poderia não conter em si mesmo o curso inteiro da evolução; mas, segundo o princípio da incerteza, isso não é indispensável. (...) não é necessário que a história inteira do universo estivesse inscrita no primeiro quantum, como a melodia no disco de um fonógrafo. A totalidade da matéria no universo deve ter estado presente desde o início, mas a história que ela nos conta pode ser escrita etapa a etapa.⁹²

⁹⁰ Ibid., p. 706.

⁹¹ Ibid., p. 706.

⁹² Ibid., p. 706.

A evolução não é, assim, condicionada por qualquer determinismo inicial. Há uma imprevisibilidade (ou liberdade) evolutiva possibilitada por uma cosmogonia quântica. Esta tese não é de somenos importância, na medida em que a questão do acaso e da necessidade é sempre tida como uma questão evolutiva fundamental. Ora, segundo Lemaître, a origem do universo é significativamente aberta quanto ao futuro evolutivo do mesmo precisamente porque terá sido um acontecimento quântico.

O artigo (publicado) acaba aqui («A totalidade da matéria no universo deve ter estado presente desde o início, mas a história que ela nos conta pode ser escrita etapa a etapa»). Contudo, num estudo *thematico* não podemos ignorar o que posteriormente foi descoberto acerca do final que consta do manuscrito que deu origem a este artigo – o manuscrito contém esta frase final que foi suprimida da publicação pelo próprio Lemaître:

Penso que todos os que acreditam num ser supremo que sustenta cada ser e cada ato acreditam também que Deus é essencialmente oculto e podem regozijar ao ver como a física atual fornece um véu que esconde a criação.⁹³

Esta passagem, já muito comentada por diversos autores⁹⁴, é muito significativa quanto ao pensamento de Lemaître. Mais adiante, retomaremos e analisaremos com mais detalhe o significado e a importância *thematica* que a mesma revela, mas convém desde já assinalar que por aqui se torna claro que Lemaître acredita num *universo criado e real*, dotado de *natureza teologicamente dependente* (no sentido em que a sua existência se deve a um ato criador de Deus), dois *themata* muito antigos cuja presença em Lemaître em nada surpreende, atendendo a que Lemaître era padre católico.

Como interpretar a elipse desta passagem? Que significados podemos reconhecer neste ato deliberado? Para Lemaître, a realidade ontológica do universo é acessível através da ciência, ao contrário da realidade teológica que pertence a um domínio completamente inacessível a esta. Daí que Lemaître acredite que a origem do universo possa ser estudada cientificamente, dentro dos limites da física, ou seja, tratando-a como

⁹³ Lemaître, Abbé G., in Kragh, Helge (1996), pp. 48-49, Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 68, e Lambert, Dominique (1999), pp. 97-98.

⁹⁴ Por exemplo, Kragh, Helge (1996), pp. 48-49, Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 68, e Lambert, Dominique (1999), pp. 97-98.

fenómeno simplesmente natural sem qualquer intervenção sobrenatural. É essa atitude que, enquanto cientista, Lemaître terá sempre ao longo da sua vida. Isso não significa, contudo, que o mapa thematico de Lemaître (que, como acabamos de ver, pode ir além dos themata deliberadamente publicados nos seus textos científicos), ignore uma vinculação umbilical do universo a um Criador divino. Esta questão é muito significativa do ponto de vista thematico, pelo que a retomaremos mais adiante de forma mais aprofundada.

4. «A hipótese do átomo primitivo»

O texto com o título «A hipótese do átomo primitivo» reporta-se a uma conferência com o mesmo nome proferida em 1945 e publicada em 1946 em conjunto com outros textos, muitos anos depois dos primeiros artigos científicos e de divulgação que acabamos de ver.

Não se justifica apresentar aqui em detalhe uma leitura thematica deste texto, uma vez que este se resume essencialmente às mesmas ideias e aos mesmos themata já reconhecidos nos textos anteriores de Lemaître, mas, ainda assim, vale a pena assinalar alguns aspetos interessantes.

Lemaître não dera um nome ao modelo apresentado em 1931. Denomina-o agora «hipótese do átomo primitivo». Tratando-se de uma hipótese científica, o confronto com as observações experimentais é naturalmente uma exigência e Lemaître revela neste texto uma especial preocupação com a concordância entre teoria e observações experimentais. De facto, o autor apresenta as ideias fundamentais do seu modelo de 1931, esforçando-se por mostrar que algumas observações experimentais posteriormente realizadas, nomeadamente, por exemplo, sobre radioatividade (universalidade da radioatividade) e sobre os raios cósmicos (estabelecimento da sua natureza corpuscular) vieram em favor da sua hipótese do átomo primitivo. O caso mais interessante e mais enfatizado por Lemaître é, contudo, a concordância da sua teoria com observações experimentais posteriormente realizadas quanto à abundância relativa dos diversos elementos químicos no universo:

[A teoria] explica também uma circunstância muito notável que pôde ser posta em evidência pela análise dos espectros das estrelas. Trata-se da composição quantitativa da matéria, ou a abundância relativa dos diversos elementos químicos, que é a mesma no Sol, nas estrelas, na Terra e nos meteoritos. Este facto é uma consequência necessária da hipótese do átomo primitivo. Produtos de desintegração de um átomo encontram-se naturalmente em proporções bem definidas, fixadas pelas leis das transformações radioativas.⁹⁵

Vemos aqui como a ideia de que a abundância relativa dos elementos químicos é uniforme no universo nos faz reencontrar o thema da *uniformidade*, que já se revelara importante logo nos primeiros escritos cosmológicos de Lemaître. Mas se antes a uniformidade dizia respeito à distribuição da matéria e à expansão, agora diz respeito também à abundância relativa dos elementos químicos.

Lemaître esforça-se por mostrar outros méritos da sua hipótese do átomo primitivo:

[A hipótese do átomo primitivo] não apela a qualquer força que não seja conhecida por outro motivo, e dá conta de toda a complexidade do mundo atual, explicando por uma só hipótese as estrelas e o seu arranjo em galáxias, a expansão do universo e a exceção local a esta expansão apresentada pelos enxames de nebulosas, e enfim o grandioso fenómeno dos raios ultrapenetrantes, verdadeiramente cósmicos porque são os testemunhos da atividade primitiva do cosmos e conservaram-nos, propagando-se durante milhares de milhões de anos no espaço admiravelmente vazio, a lembrança da era superradioativa; como os fósseis testemunham eras geológicas, estes raios cósmicos contam-nos o que se passou antes de as estrelas terem começado a formar-se.⁹⁶

As palavras de Lemaître denotam entusiasmo com uma suposta e extraordinária *parcimónia lógica* da hipótese do átomo primitivo: a capacidade da teoria para «dar conta de toda a complexidade do mundo atual» através de «uma só hipótese».

Esta parcimónia tem uma capacidade integradora que faz da evolução cósmica uma sequência histórica com início geral num quantum inicial e com fases posteriores de evolução inanimada e biológica em locais com condições para a matéria evoluir para a complexidade, como é o caso da Terra.

⁹⁵ Lemaître, Georges (1946), p. 174.

⁹⁶ Ibid., p. 176.

Hoje sabemos que Lemaître estava errado quanto à origem dos raios cósmicos: não são, afinal, vestígios fósseis da origem do universo porque são posteriores a essa época. Mas a ideia de fóssil cósmico como vestígio físico, e atualmente detetável, de fenómenos ocorridos num passado distante, tal como acontece com um fóssil terrestre, vestígio de outras eras geológicas e da evolução biológica, é uma ideia, não apenas conceptualmente integradora, como também epistemologicamente orientadora. E, em 1964, Penzias e Wilson viriam mesmo a detetar um fenómeno que foi e continua a ser interpretado como fóssil cósmico, um testemunho da infância do universo: a radiação cósmica de fundo. Esta radiação não é constituída por raios cósmicos, mas é tida como um fóssil, na linha epistemológica sugerida por Lemaître.

II.3. Thematica do Big Bang

- os textos de George Gamow

Uma análise da *thematica* essencial da cosmologia do big bang não pode ignorar os importantes contributos do físico nuclear George Gamow. De facto, foi com Gamow e seus colaboradores (como Ralph Alpher e Robert Herman) que a cosmologia do big bang adquiriu a sua forma mais canónica, posteriormente conhecida como *modelo padrão* do big bang. Assim se explica, aliás, que a ideia de big bang passasse posteriormente a ser mais associada a Gamow do que a Lemaître⁹⁷, e certamente muito mais associada a Gamow do que a Friedmann.

Não sendo matemático, como Friedmann, nem astrónomo, como Lemaître, Gamow trouxe para a cosmologia uma abordagem essencialmente centrada na física nuclear e de partículas, capaz de dar conta da formação dos elementos químicos e da formação de astros e estruturas astronómicas. O interesse fundamental de Gamow era a história do universo enquanto longo «processo criativo»⁹⁸. Aliás, por se concentrar nos processos criativos da matéria, Gamow considerava-se um cosmogóno⁹⁹ e a sua cosmologia é por vezes referida como cosmogonia¹⁰⁰.

A entrada de Gamow na cosmologia (cosmogónica) fez-se através de aproximações sucessivas desenvolvidas ao longo de vários anos. Um dos seus primeiros textos cosmogónicos, datado de 1939 e escrito em coautoria com E. Teller, trata da formação das grandes condensações de matéria – «On the Origin of Great Nebulae»¹⁰¹. Já em 1946, no artigo «Expanding Universe and Origin of the Elements»¹⁰², Gamow esboça uma explicação para a origem dos elementos químicos baseada numa rápida expansão do universo inicial. Em 1948, juntamente com o seu colaborador Ralph Alpher, e num

⁹⁷ Cf. Kragh, Helge (1996), p. 80.

⁹⁸ Gamow, George (1957), p. 134.

⁹⁹ Cf. Ibid., dedicatória, p. v.

¹⁰⁰ Cf. Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 370.

¹⁰¹ Gamow, G. e Teller, E. (1939), pp. 654-657.

¹⁰² Gamow, G. (1946), pp. 572-573.

artigo que se tornou muito conhecido como artigo $\alpha\beta\gamma$, «The Origin of Chemical Elements»¹⁰³, Gamow aprofunda a ideia esboçada no artigo de 1946. Na linha destes dois artigos, Gamow assina, também em 1948, um outro importante artigo na *Nature*, «The Evolution of the Universe»¹⁰⁴. Posteriormente, em 1952, Gamow publica um livro, *The Creation of the Universe*, que resume o essencial da sua cosmogonia e se viria a tornar a sua obra mais popular, dentro e fora da comunidade científica.

Gamow publicou numerosos outros textos (artigos e livros) relacionados com cosmologia, nomeadamente com a origem e a evolução do universo, tendo trabalhado em estreita colaboração com outros físicos, nomeadamente Ralph Alpher e Robert Hermann¹⁰⁵. Mas, para a análise *thematica* dos importantes contributos que deu à cosmologia relativista de Friedmann e Lemaître, são especialmente significativos os seus primeiros artigos cosmogónicos (em geral, apenas de duas ou três páginas) e o livro *A Criação do Universo*, porque podemos encontrar nesses textos as linhas essenciais da sua cosmogonia. Parece-me, pois, legítimo que nos restrinjamos à análise *thematica* dos quatro textos científicos referidos e do livro *A Criação do Universo*, que se trata de um texto de divulgação – ou de semidivulgação, como considera Merleau-Ponty¹⁰⁶, porque dirigido a um largo espectro de públicos, incluindo cientistas.

1. Os artigos fundadores

No artigo «On the Origin of Great Nebulae», de 1939, a formação das grandes condensações de matéria como galáxias (as «grandes nebulosas») é discutida no quadro de um universo em expansão uniforme. Os autores são, aliás, muito claros quanto a isso:

Devemos aceitar aqui que *a expansão é uniforme no tempo*; isto é, *que a velocidade relativa entre duas nebulosas permanece sempre constante*.¹⁰⁷

Considerando que o artigo assenta na ideia de expansão uniforme do universo, a base *thematica* é dada pelo thema da *variância* (no sentido em que o espaço se expande e as

¹⁰³ Alpher, R. A., Bethe, H. e Gamow, G. (1948), pp. 803-804.

¹⁰⁴ Gamow, George (1948a), pp. 680-682.

¹⁰⁵ Cf. Kragh, Helge (1996), p. 80.

¹⁰⁶ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 370.

¹⁰⁷ Gamow, G. e Teller, E. (1939), p. 656.

distâncias entre as galáxias aumentam) e simultaneamente pelo thema da *uniformidade* (a expansão acontece uniformemente), o que corresponde à linha thematica de Friedmann e Lemaître. A *uniformidade* também subjaz às teses do artigo na medida em que Gamow e Teller admitem que a formação das galáxias terá acontecido no quadro de uma distribuição uniforme de matéria:

Queremos agora considerar as condições sob as quais a distribuição contínua de matéria revelará a tendência para formar nebulosas separadas. Consideremos o espaço uniformemente preenchido por partículas (estrelas ou moléculas) movendo-se com determinadas velocidades aleatórias (v).¹⁰⁸

Até aqui, e do ponto de vista thematico, podemos dizer, portanto, que não há nada de novo. Mas tudo muda quando a expansão necessária à formação das galáxias exige um universo *espacialmente infinito* e em expansão ilimitada. E assim é, no parecer de Gamow e Teller, o que constitui uma interessante novidade na cosmologia relativista. De facto, afirmam os autores, concluindo uma discussão em que consideram determinados valores de densidade e de velocidade de expansão:

Isto dá, para estados suficientemente tardios da expansão, uma velocidade de expansão constante, isto é, um espaço infinito em expansão ilimitada [an infinite infinitely expanding space]. (...) Assim, de forma a compreender a formação das grandes nebulosas e a satisfazer a condição de continuidade no momento da sua separação, é necessário aceitar a hipótese de que o espaço é infinito e para sempre em expansão.¹⁰⁹

Este espaço infinito é um «*espaço hiperbólico aberto*»¹¹⁰, como se pode ler no parágrafo seguinte. Tendo em conta a indecisão de Friedmann e a tendência (para a finitude) de Lemaître na questão da finitude/infinitude do universo, esta ideia de que a cosmogonia das galáxias só é compatível com a expansão ilimitada de um espaço infinito (hiperbólico) é claramente o elemento thematico mais interessante deste artigo.

A este propósito, assinala Jacques Merleau-Ponty:

Quanto à infinitude do espaço, em Gamow é uma questão de opinião e de preferência, pelo menos tanto como é em Lemaître no sentido inverso. Na sua primeira memória

¹⁰⁸ Ibid., p. 655.

¹⁰⁹ Ibid., p. 657.

¹¹⁰ Ibid., p. 657. Itálico original.

cosmogónica [precisamente o artigo «On the Origin of Great Nebulae»], (...) o postulado da infinitude é apresentado como preferível sem jamais ter sido solidamente justificado.¹¹¹

Na verdade, ao contrário do que Merleau-Ponty afirma, Gamow e Teller nunca apresentam a ideia de um espaço infinito como «preferível», adjetivo que não surge, aliás, no artigo. Mas é discutível a solidez com que Gamow e Teller justificam a ideia de um universo infinito. De facto, apesar de reconhecerem que, na época, a única forma de decidir quanto ao tipo de curvatura do universo é o método observacional de Hubble e Tolman relativo à distribuição das galáxias longínquas e que as análises daqueles astrónomos apontam no sentido de um universo com curvatura positiva e fechado sobre si próprio, Gamow e Teller inclinam-se para a ideia oposta. Para fundamentarem a sua ideia, propõem a hipótese de que as luminosidades absolutas das galáxias variam com a idade (ao contrário do que, segundo Gamow e Teller, era considerado nas análises de Hubble e Tolman):

*Se, contudo, supusermos que as luminosidades absolutas das nebulosas muito distantes são ligeiramente superiores [às das mais próximas], porque as vemos num estágio anterior de evolução, o material observacional não contradiz a assunção de um espaço hiperbólico aberto.*¹¹²

Trata-se de uma hipótese com sérios problemas. Aliás, logo na frase seguinte, Gamow e Teller admitem as dificuldades da sua hipótese:

No estado atual do nosso conhecimento, é difícil, claro, prever as variações esperadas das nebulosas com a idade, mas, desde que lidemos com um período comparável à idade total das nebulosas, pequenas variações são bastante plausíveis. Por exemplo, um decréscimo de luminosidade pode ser registada pela possibilidade atrás referida de as nebulosas estarem permanentemente a perder estrelas que possuem velocidades demasiado elevadas para serem retidas pela atração gravitacional da nebulosa.¹¹³

Vemos claramente nesta passagem que estamos perante hipóteses, perante possibilidades, que, como Gamow e Teller admitem, são de difícil verificação atendendo

¹¹¹ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 372.

¹¹² Gamow, G. e Teller, E. (1939), p. 657. Itálico original.

¹¹³ Ibid., p. 657.

ao estado do conhecimento disponível à época. A ideia de um espaço infinito (hiperbólico aberto, de curvatura negativa) é, portanto, de fundamentação pouco sólida e até mesmo os seus defensores reconhecem, implicitamente, a pouca solidez da fundamentação. Assim, a observação de Merleau-Ponty faz sentido. Talvez devamos ver nesta inclinação para o espaço infinito uma questão de preferência – uma atitude de natureza *thematica*, diremos na perspectiva holtoniana. Sem nunca ser explicitamente admitido (o que se compreende bem, atendendo a que se trata de um artigo científico), parece mesmo que, para Gamow e Teller, a infinitude do universo é «preferível» à finitude, como diz Merleau-Ponty.

Veremos que no livro *A Criação do Universo*, adiante analisado, Gamow retoma a questão da finitude/infinitude e dos tipos de espaços possíveis, inclinando-se novamente para a ideia de um espaço hiperbólico aberto, ou seja, um espaço infinito, insistência que, à partida, parece indiciar uma fidelidade ao *thema* da infinitude e que, por isso, não passa despercebida sob o ponto de vista *thematico* – a fidelidade *thematica* é, como sabemos, uma característica epistemológica dos cientistas.

Entretanto, em 1946, no artigo a solo «Expanding Universe and Origin of the Elements», e tal como já fizera com Teller no artigo de 1939, Gamow apresenta novamente fórmulas «de acordo com a teoria geral do universo em expansão»¹¹⁴ e refere-se mais uma vez à obra de R. Tolman, *Relativity, Thermodynamics and Cosmology*¹¹⁵, reiterando assim que se inscreve na linha cosmológica relativista. Em particular, neste artigo, Gamow propõe uma teoria para a origem dos elementos químicos, inscrevendo-a no quadro da relatividade geral e na ideia de expansão do universo, ao mesmo tempo que enfatiza a importância de uma importante observação astronômica – a uniformidade química da matéria distribuída ao longo do universo.

Com efeito, Gamow conjuga a expansão relativista não apenas com a ideia de *uniformidade* da expansão e da distribuição de matéria mas também com a observação de que a abundância relativa dos elementos químicos é igualmente caracterizada por notável *uniformidade* ao longo do universo atualmente observado. Reconhecendo a ideia já na época muito aceita de que esta abundância relativa terá sido determinada

¹¹⁴ Gamow, G. (1946), p. 573.

¹¹⁵ Tolman, R. (1934).

pelas condições iniciais do universo, Gamow não aceita que a origem dos elementos tenha sido um estado de equilíbrio, ao contrário do que outros físicos defendiam, e propõe, em alternativa, um processo dinâmico de construção material possibilitado pela rápida expansão inicial, pois, na sua perspetiva, as condições necessárias às reações nucleares terão existido apenas durante um brevíssimo período de tempo, o que impediria o estabelecimento de qualquer estado de equilíbrio.

Gamow imagina os primórdios do universo como um período evolutivo muito rápido, possibilitado por uma expansão inicial com carácter explosivo. É esse o sentido das seguintes passagens:

*(...) a expansão deve ter acontecido a uma taxa tão elevada, que a densidade baixou de uma ordem de grandeza em apenas um segundo, aproximadamente.*¹¹⁶

Também é interessante assinalar que o período de tempo calculado para as rápidas transformações nucleares poderem ter tido lugar é consideravelmente mais curto do que o período de decaimento- β de neutrões livres, o qual é presumivelmente da ordem de grandeza de uma hora.¹¹⁷

Eis como em Gamow reencontramos, embora imaginada noutros termos, a cosmogonia explosiva de Lemaître.

Dois anos depois, em 1948, no artigo «The Origin of Chemical Elements», escrito com Ralph Alpher, Gamow propõe uma imagem muito concreta do universo primordial. Vejamos:

De acordo com este cenário, devemos imaginar o estágio inicial da matéria como um gás de neutrões altamente comprimido (fluido nuclear neutro e superquente) que começou a decair em prótons e eletrões quando a pressão do gás desceu como resultado da expansão universal. A captura dos neutrões ainda remanescentes pelos prótons acabados de formar deve ter levado primeiro à formação de núcleos de deutério

¹¹⁶ Gamow, G. (1946), p. 573. Itálico original.

¹¹⁷ Ibid., p. 573.

e as subsequentes capturas de neutrões resultaram na construção de núcleos cada vez mais pesados.¹¹⁸

Vemos que, nesta visão cosmogónica, o universo não está inicialmente concentrado num átomo primitivo que se desintegraria indefinidamente mas sim concentrado num gás superquente de neutrões, ponto de partida para um processo de desintegração (o decaimento daqueles protões) seguido de processos de agregação da matéria (a construção de núcleos atómicos cada vez mais pesados).

Trata-se de um estado inicial não apenas muito denso como muito quente. A este propósito, afirma Jean-Pierre Luminet:

(...) Gamow enriqueceu consideravelmente a hipótese de Lemaître ao adicionar-lhe a noção de temperatura. Lemaître imaginava que o universo do início devia ser mais denso, Gamow precisou que devia igualmente ser mais quente. Este novo parâmetro de temperatura constitui o verdadeiro traço de união entre a cosmologia e a física das partículas de alta energia, disciplinas que atualmente caminham a par e cujo casamento Lemaître havia vislumbrado desde 1931.¹¹⁹

O início do universo é, assim, tido como um estado extraordinariamente quente. Pelo que a expansão implica, não apenas uma diminuição da densidade de matéria (como já víamos em Lemaître), como também um arrefecimento do universo, fenómeno que virá a ser posteriormente associado à radiação cósmica de fundo, prevista por este modelo de Gamow e descoberta em 1965 por Penzias e Wilson.

Segundo Gamow e Alpher, a evolução inicial do universo é possibilitada pela expansão, na medida em que, como defendem naquela passagem, a dinâmica de partículas (um decaimento de protões seguido de formação de núcleos cada vez mais pesados) terá começado precisamente quando a pressão do gás primordial diminuiu «como resultado da expansão universal».

Ainda em 1948, no artigo «The Evolution of the Universe», publicado na *Nature*, Gamow retoma o essencial dos artigos anteriores. De facto, logo no início deste novo artigo, afirma:

¹¹⁸ Alpher, R. A., Bethe, H. e Gamow, G., (1948), p. 803.

¹¹⁹ Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 75.

A descoberta do red shift nos espectros das galáxias distantes revelou o importante facto de o nosso universo se encontrar no estado de expansão uniforme e levantou a interessante questão de se poder entender as características atuais do universo como resultado do seu desenvolvimento evolutivo, o qual deve ter começado há alguns milhares de milhões de anos a partir de um estado homogéneo de densidade e temperatura extremamente elevadas. Concluimos em primeiro lugar que as abundâncias relativas das várias espécies químicas (que se revelaram como sendo essencialmente as mesmas em toda a região observada do universo) devem representar o mais antigo documento arqueológico da história do universo.¹²⁰

Reencontramos aqui a hipótese de Lemaître segundo a qual podemos ter acesso aos primórdios do universo através dos vestígios que restaram da atividade cósmica inicial. Segundo Gamow, as abundâncias relativas dos elementos químicos são precisamente vestígios desse género – são mesmo «o mais antigo documento arqueológico da história do universo».

Reencontramos também aqui os importantes *themata* da *uniformidade*, da *homogeneidade*, da *variância* (na expansão) e da *evolução*. Mas Gamow apresenta, pela primeira vez, uma ideia que ainda não apresentara nos artigos anteriores. Esboçando uma explicação para o estado primordial da matéria e para a expansão atual, Gamow imagina, não apenas o estado inicial do universo, mas também um hipotético estado anterior. Claro que, para tal, Gamow tem de, nas suas próprias palavras, «deixar voar a imaginação para além de qualquer limite»:

De acordo com este ponto de vista, deve-se imaginar o estado original da matéria como um gás de neutrões muito denso e superquente que pode ter sido originado (se deixarmos a imaginação voar para além de qualquer limite) como resultado de um hipotético colapso que precedeu a atual expansão. De facto, as pressões extremamente elevadas obtidas junto ao ponto de colapso completo (ponto singular a $t = 0$) terão comprimido os eletrões livres com os protões, transformando a matéria num estado de fluido de neutrões superquentes.¹²¹

Este exercício imaginativo oferece-nos a ideia de que o universo é dotado, não apenas de uma história, mas também de uma hipotética pré-história. É certo que Gamow não

¹²⁰ Gamow, G. (1948a), p. 680.

¹²¹ Ibid., p. 680.

aponta documentos arqueológicos que testemunhem essa hipotética pré-história, ao contrário do que acontece para o caso da história subsequente, documentada arqueologicamente pelas abundâncias relativas dos elementos químicos. Mas esse vazio empírico não o impede de imaginar uma pré-história involutiva com base numa subsequente história evolutiva. Estamos perante um exercício imaginativo em que se cria uma imagem invertida da história inicial do universo.

Nesta cosmogonia encontramos uma singularidade inicial que corresponde a um «ponto de colapso completo» da matéria (um «ponto singular») e ao instante $t = 0$ da história do universo. Notemos, contudo, que falar de $t = 0$ não significa falar em início do tempo, uma vez que esse instante é apenas a passagem de uma era de involução para uma era de evolução, de uma pré-história para uma história, não sendo, portanto, um início temporal absoluto, tal como as 0 h de um dia mais não são do que as 24 h do dia anterior.

Neste artigo, Gamow apresenta uma representação gráfica¹²² da história inicial do universo já apresentada no artigo «The Origin of Chemical Elements» – um gráfico com a variação da temperatura e das concentrações de neutrões, protões e deuterões nos primeiros minutos. Nesta evolução primordial, e retomando o cenário apresentado naquele outro artigo de 1948, enquanto a temperatura desce muito rapidamente, a concentração de neutrões diminui e as concentrações de protões e deuterões aumentam, através de processos em que o *construído* origina o *elementar* (neutrões a decaírem em protões e eletrões) para depois o *elementar* originar o *construído* (formação de deuterões e formação posterior de diversas espécies de núcleos atómicos). Na evolução que se seguiria até hoje, o universo continuaria a expandir-se, arrefecendo e ficando com uma densidade cada vez menor.

Um aspeto importante a considerar nesta evolução é a importância que Gamow atribui à radiação no período inicial. Segundo Gamow, nesses tempos primordiais há uma «mistura de gás e radiação no universo em expansão»¹²³, pelo que devemos falar não apenas de densidade de matéria mas também de radiação (aliás, ainda segundo Gamow, «a certa altura, a expansão do universo foi inteiramente governada pela radiação e não

¹²² Gamow viria mais tarde a chamar esta representação *curva divina da criação*. Cf. Kragh, Helge (1996), pp. 117-118. Cf. também Alpher, R. e Herman, R. (1988), p. 25 e p. 31.

¹²³ Gamow, G. (1948a), p. 682.

pela matéria»¹²⁴). As grandes condensações de matéria terão começado a formar-se a uma determinada densidade e a uma determinada temperatura (segundo Gamow, $T = 340\text{ K}$). Ainda que este valor de $T = 340\text{ K}$ tenha sido corrigido pelos seus colaboradores Alpher e Hermann (para $T = 600\text{ K}$), o que importa é que Gamow abre, neste artigo, o caminho para o reconhecimento de um novo vestígio arqueológico dos primórdios do universo, a juntar-se à abundância relativa dos elementos químicos: precisamente a radiação remanescente desse período de grandes condensações, que posteriormente viria a ser designada como *radiação cósmica de fundo*. Esta radiação seria prevista precisamente por Alpher e Herman num artigo também publicado na *Nature* apenas duas semanas depois do artigo de Gamow¹²⁵.

2. O livro *A Criação do Universo*

Apesar de os artigos científicos revelarem o essencial da matriz *thematica* da cosmogonia de Gamow, o texto mais rico do ponto de vista *thematico* é o livro *A Criação do Universo*, o que confirma novamente a ideia holtoniana de que os cientistas revelam mais facilmente os seus *themata* em obras de divulgação.

Logo à partida, não passa despercebido que um livro intitulado *A Criação do Universo* não fale realmente sobre a criação do universo no sentido de criação *ex nihilo*. De facto, a não ser no título, Gamow nunca utiliza sequer a expressão *criação do universo* no seu livro. Aliás, nem sequer a própria palavra *criação* aparece ao longo do livro, a não ser na página da dedicatória – Gamow dedica a obra «aos colegas cosmógonos de todas as terras e eras» e acrescenta um excerto de partitura com as primeiras notas da obra *A Criação* de Joseph Haydn¹²⁶ – e em duas breves referências à ideia de criação contínua de matéria no quadro do *steady-state*¹²⁷. Gamow nunca recorre à ideia de criação *ex nihilo* para apresentar a sua visão cosmogónica do universo, em geral, e dos elementos químicos e das entidades astronómicas (como galáxias), em particular. Esta ideia de

¹²⁴ Ibid., p. 681.

¹²⁵ Alpher, R. e Hermann, R. (1948), pp. 774-775.

¹²⁶ Gamow, George (1957), p. v.

¹²⁷ Ibid., pp. xii-xiii e p. 39.

criação é totalmente estranha à cosmogonia de Gamow, uma cosmogonia que, na conclusão do livro, o autor prefere chamar «processo criativo»¹²⁸.

Mas o título da obra gerou alguma confusão de interpretações logo na primeira edição; e de tal maneira, que o próprio Gamow se sentiu imediatamente na necessidade de complementar o curto prefácio com uma nota que seria publicada nas edições seguintes:

Tendo em conta as objeções levantadas por alguns comentadores relativamente ao uso da palavra “criação”, deve esclarecer-se que o autor entende este termo, não no sentido de “fazer algo a partir do nada”, mas sim no de “fazer algo com forma a partir de algo sem forma” [making something shapely out of shapelessness], como, por exemplo, na frase “a criação mais recente da moda parisiense”.¹²⁹

Com efeito, a cosmogonia de Gamow inicia-se, não com um nada a partir do qual se formaria o universo, mas sim com um estado de matéria primordial informe a partir do qual todo o universo terá evoluído. Como afirma Jacques Merleau-Ponty, a propósito daquela nota de Gamow:

Quanto a Gamow, fala da criação do Universo mas mais à maneira de um Grego do que de um cristão (...).¹³⁰

De facto, enquanto de um cristão, como Friedmann ou Lemaître, se espera ouvir falar de criação como criação a partir do nada, fenómeno com causas eventualmente inalcançáveis para a física, de um antigo grego esperar-se-ia ouvir falar de criação a partir de matéria-prima informe, pois a criação ex nihilo é estranha ao antigo pensamento grego.

E, realmente, o início na teoria de Gamow não é um início a partir do nada, mas sim um início material, ideia bem patente logo na epígrafe da introdução ao livro – uma frase de Kant que já Lemaître havia parafraseado:

Deem-me matéria e com ela construirei um mundo.¹³¹

¹²⁸ Ibid., p. 134.

¹²⁹ Ibid., p. xi.

¹³⁰ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 344.

¹³¹ Cf. Gamow, George (1957), p. xi.

E de que matéria precisou o mundo para ser construído? Segundo Gamow, de matéria muito simples e sem qualquer organização, nomeadamente neutrões num estado de máxima compressão possível – o *Big Squeeze* (a Grande Compressão). O primeiro estado material do universo seria um «gás nuclear quente»¹³² constituído por neutrões que terão decaído muito rapidamente e originado protões e eletrões. Uma vez formados, os protões e eletrões terão começado a originar neutrões através do processo inverso, criando-se uma mistura primordial homogénea (de neutrões, protões e eletrões) que Gamow, tal como Ralph Alpher fizera num artigo de 1948, chama *Ylem*, no sentido de «substância primeira a partir da qual os elementos se terão formado»¹³³. O *Ylem* é, pois, uma matéria-prima, na medida em que é uma matéria elementar (ou praticamente elementar) a partir da qual os átomos terão sido construídos, e em certo sentido uma matéria-prima informe, atendendo a que é ainda uma mistura sem estruturas formadas. Uma matéria fundamental à espera de tomar a forma de núcleos e átomos, assim como, mais tarde, a forma de moléculas e de todas as estruturas materiais microscópicas e macroscópicas do universo. Evitando um início a partir do nada e sendo algo sem forma a partir do qual se pode fazer algo com forma, podemos dizer, à maneira de Merleau-Ponty, que o *Ylem* remete mesmo para a imaginação de um antigo grego. Aliás, Gamow parece não se ter apercebido de que o nome *Ylem* é nem mais nem menos do que uma derivação inglesa da antiga palavra grega *hylé* (ὑλή), usada precisamente por Aristóteles para nomear a substância fundamental de onde terá procedido toda a matéria.

Notemos que o *Ylem* equivale, em certo sentido, ao átomo primitivo de Lemaître, não por corresponder a uma entidade individual (o átomo primitivo), mas a uma entidade que, embora coletiva (um conjunto homogéneo de partículas simples e elementares ou praticamente elementares, como os neutrões e os protões, que participarão na construção de matéria mais complexa, organizada e heterogénea), está concentrada num espaço mínimo.

¹³² Ibid, p. 59.

¹³³ Ibid., p. 60. De facto, Gamow não foi o primeiro a usar o termo *Ylem* para designar este suposto estado primordial do Universo. Foi o seu colaborador Ralph Alpher que introduziu o termo no artigo «A Neutron-Capture Theory of the Formation and Relative Abundance of the Elements», tendo por referência o Webster's New International Dictionary. Cf. Alpher, R. A. (1948b), p. 1581.

No livro, Gamow assume-se explicitamente como partidário da «hipótese de um 'princípio'» («the hypothesis of a 'beginning'»)¹³⁴ para o universo, na linha do «imaginativo cientista belga, Abbé Georges Edouard Lemaître»¹³⁵, o que também pode ter contribuído para a confusão gerada pela palavra *criação* que Gamow fez questão de esclarecer na referida nota.

Mas, ao contrário do que preconiza a hipótese do átomo primitivo de Lemaître (que, segundo Gamow, proporciona «visões espetaculares»¹³⁶ acerca da evolução do universo), o *princípio* considerado na «hipótese de um princípio» não corresponde ao início do universo nem a qualquer início do tempo e do espaço. Pelo contrário, o *princípio* na hipótese de Gamow é apenas o início de uma era cósmica, a era em que nos encontramos, a era em que a evolução transformou uma matéria elementar desorganizada, altamente comprimida e quente, em tudo o que atualmente conhecemos no universo. Por outras palavras, esse *princípio* é apenas o início do universo tal como o conhecemos, é apenas o início deste universo, construído a partir de matéria-prima já existente.

Este início terá sido o ponto de partida da expansão e da evolução deste universo mas, segundo Gamow, terá sido também o ponto de chegada de um processo anterior de colapso, de desintegração da matéria:

Podemos agora colocar-nos duas importantes questões: porque é que o nosso universo esteve num estado de tão elevada compressão e porque é que começou a expandir-se? A forma mais simples e matematicamente consistente de responder a estas questões seria dizer que *o Big Squeeze que aconteceu na história inicial do nosso universo foi o resultado de um colapso ocorrido numa era ainda anterior e que a atual expansão é simplesmente um "ressalto" elástico que começou assim que foi atingido o máximo possível de densidade de compressão.*¹³⁷

Estamos, pois, perante um estado que é simultaneamente o início de um processo criativo próprio da história do universo (a evolução associada à expansão) e o fim de um

¹³⁴ Ibid., pp. Xii-xiii.

¹³⁵ Ibid., p. xii.

¹³⁶ Ibid., p. 57.

¹³⁷ Ibid., p. 36.

processo destrutivo próprio de uma hipotética pré-história do universo (a involução e o colapso do que quer que existisse anteriormente).

Isto remete-nos para a ideia de um universo oscilante, cíclico, cuja possibilidade havia sido prevista por Friedmann. Mas Gamow apresenta cálculos (no apêndice do livro) que, segundo o próprio, mostram que a expansão nunca parará, por a atração gravitacional entre as galáxias ser insuficiente para travar as respectivas velocidades inerciais¹³⁸. Daí que Gamow afirme confiadamente:

As distâncias entre as galáxias vizinhas são obrigadas a aumentar para além de qualquer limite e não há qualquer hipótese de a atual expansão vir a parar ou a transformar-se num colapso.¹³⁹

Assim, o thema da *involução* está presente nas ideias de Gamow mais pela possível involução ocorrida numa pré-história do universo que terá precedido o Big Squeeze, do que pela hipótese de a atual expansão ter um fim e o universo vir a conhecer no futuro uma contração, pois, como vemos, Gamow mostra-se bastante convencido de que esse cenário jamais acontecerá.

Na sequência da discussão acerca do futuro da expansão, Gamow considera oportuno discutir a questão da *finitude/infinitude* do nosso universo, uma vez que ambas as questões se relacionam com as possibilidades que o espaço curvo pode apresentar. Afirma Gamow:

Apenas a evidência observacional pode decidir qual destas duas possibilidades [espaço curvo fechado ou espaço curvo aberto] deve ser atribuída ao nosso universo. E a evidência atual parece estar fortemente a favor da segunda possibilidade, ou seja, o universo infinito ilimitado.¹⁴⁰

Como vemos, Gamow inclina-se novamente para a ideia de um universo *espacialmente infinito*, tal como já fizera no artigo de 1939. Como já atrás referi, isto indicia alguma fidelidade thematica, nomeadamente ao thema da infinitude. Mas, logo a seguir a esta passagem, Gamow reconhece que a inclinação para um universo espacialmente infinito

¹³⁸ Cf. Ibid., p. 137-139.

¹³⁹ Ibid., p. 42.

¹⁴⁰ Ibid., p. 43.

resulta de uma extrapolação elaborada a partir de dados relativos apenas ao universo observável (naquela data, uma esfera de raio próximo de mil milhões de anos-luz), e que, por isso, não devemos excluir a possibilidade oposta¹⁴¹. Afinal, a sua fidelidade ao thema da infinitude, que parece vir de trás, não parece ser inabalável. Ou melhor: a tendência que Gamow parece ter para a infinitude espacial não se traduz, afinal, numa efetiva fidelidade a esse thema, o que lhe assegura uma inegável abertura de espírito quanto ao tipo de universo que temos.

Mas, seja espacialmente finito ou infinito, o nosso universo teve, segundo Gamow, um início, pelo que é *temporalmente finito*. Jacques Merleau-Ponty considera que o estado inicial do universo da cosmogonia de Gamow funciona como «um écran impenetrável a toda a tentativa de conhecer o que se passava antes» do mesmo¹⁴², o que nos colocaria perante uma semelhança óbvia com o átomo primitivo de Lemaître. Mas, embora pareça haver semelhança, há uma diferença essencial que parece escapar a esta ideia de écran impenetrável: ainda que seja impossível conhecer com detalhe o que teria existido antes do Big Squeeze, podemos falar de involução, de colapso, de destruição de entidades construídas com as partículas elementares que constituem o Big Squeeze. Os neutrões existiriam nessa era anterior e é possível imaginar a organização e os processos de involução que teriam conduzido ao Big Squeeze, estado material que é de transição, mais do que de início. Ou seja: conseguimos ainda manter-nos dentro das fronteiras da física se tentarmos responder à questão do antes e à questão do porquê relativamente ao início do universo conhecido. É precisamente essa possibilidade que Gamow ensaia quando afirma:

O mais provável é que as massas do universo tenham sido comprimidas a tal ponto que quaisquer características estruturais que tenham existido durante a “era pré-colapso” foram completamente obliteradas e até os átomos e os seus núcleos foram partidos até às partículas elementares (protões, neutrões e eletrões) de que são feitos.¹⁴³

Mas este curtíssimo ensaio imaginativo (de uma frase) é apenas uma ideia generalista. E logo na frase seguinte, Gamow rende-se à evidência da incognoscibilidade quanto à

¹⁴¹ Cf. Ibid., p. 44.

¹⁴² Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 372.

¹⁴³ Gamow, George (1957), p. 37.

organização da era anterior e aos detalhes dos seus eventuais processos de compressão e de desintegração:

Assim, nada pode ser dito acerca da era pré-compressão do universo, a era que pode apropriadamente ser chamada “era de Santo Agostinho”, uma vez que foi Santo Agostinho de Hipona quem primeiro levantou a questão de “o que estava Deus a fazer antes de fazer o céu e a terra”.¹⁴⁴

O passado mais longínquo do universo é, assim, assumido como uma era inacessível à física. Na conclusão do livro, Gamow acabará por dizer:

No passado pré-galático obscuro temos um vislumbre de uma Era de Santo Agostinho metafísica quando o universo, feito do que quer que fosse, esteve envolvido num gigantesco colapso¹⁴⁵.

Vemos que, para Gamow, a era anterior ao Big Squeeze é «metafísica» no sentido em que está para além do alcance concreto da física. É apenas nesse sentido que devemos interpretar o uso da palavra *metafísica* nesta passagem de Gamow, mas é sempre muito arriscado usar tal palavra num contexto destes, sobretudo para adjectivar uma era nomeada como «Era de Santo Agostinho» e assim nomeada pela razão que Gamow apresenta («foi Santo Agostinho de Hipona quem primeiro levantou a questão de “o que estava Deus a fazer antes de fazer o céu e a terra”»). Utilizada desta forma, é inevitável que a palavra tenha interpretações religiosas e isso certamente configurou mais uma acha para a fogueira da confusão criacionista que chamuscou o livro de Gamow.

De qualquer forma, fica claro que o Big Squeeze não é um início ontológico mas sim um início em sentido epistemológico, na medida em que, se a física não consegue ir mais atrás, este é o início do universo que pode ser cientificamente estudado¹⁴⁶. E é o início de um sentido histórico, de uma historicidade orientada pela evolução cósmica. De facto, o thema da *evolução* domina todo o livro, sendo que o início do universo (ou da era do universo em que nos encontramos) é o primeiro estado de um vasto e prolongado processo evolutivo que conduziu o universo ao seu estado atual.

¹⁴⁴ Ibid., p. 37.

¹⁴⁵ Ibid., p. 134. Nesta passagem, Gamow utiliza letras maiúsculas para designar a Era de Santo Agostinho.

¹⁴⁶ Gamow diria mais tarde que «do ponto de vista físico devemos esquecer completamente o período pré-colapso», in Gamow, G. (1954), p. 63.

Segundo Gamow, a evolução do universo tem três etapas, tal como na hipótese do átomo primitivo de Lemaître¹⁴⁷. Em primeiro lugar, o universo terá passado por uma etapa explosiva, com menos de uma hora de duração, em que o universo se terá expandido muito rapidamente e, por consequência, a densidade e a temperatura do Ylem diminuído significativamente. Nesta primeira etapa ocorrem dois tipos de processos distintos: um processo de desintegração, com o decaimento espontâneo de nêutrons, seguido de um processo de agregação, uma vez que «a descida da temperatura foi favorável ao “processo de agregação” em que os nêutrons remanescentes foram ligados a prótons, formando assim agregados de partículas com diferentes graus de complexidade»¹⁴⁸ – «the cooking period»¹⁴⁹ dos elementos químicos atuais, ou «the universal cooking era»¹⁵⁰, com «condições muito próximas das que existem no centro de uma bomba atômica a explodir»¹⁵¹. Em segundo lugar, ao longo de centenas de milhões de anos, o universo terá percorrido uma etapa de expansão não explosiva e dominada por processos de condensação que formaram as entidades astronômicas (galáxias, com estrelas e planetas). Em terceiro lugar, o universo terá entrado na etapa atual, já sem processos de condensação de dimensão cósmica e dominada por uma expansão contínua que dispersa cada vez mais as galáxias no sentido de uma densidade de matéria cada vez menor.

Tal como acontecia na hipótese cosmológica de Lemaître, também aqui o discreto (*descontínuo*) das partículas ocupa um lugar central. Ao longo de toda esta evolução, iniciada por processos de diferenciação e continuada por processos de integração em que no global a matéria/energia se mantém *constante*, o universo evolui de uma *simplicidade* inicial para estados de *complexidade* cada vez mais elevada (na conclusão do livro, Gamow conta resumidamente a evolução cósmica como uma história iniciada no Big Squeeze e que atingiu, através da vida e da espécie humana, a complexidade da inteligência¹⁵²); evolui de uma *unidade* (aqui no sentido de entidade coletiva homogênea comprimida num espaço mínimo) para a *multiplicidade* e a diversidade, do

¹⁴⁷ Cf. Merleau-Ponty, Jacques (1965), pp. 370-371.

¹⁴⁸ Gamow, George (1957), p. 61.

¹⁴⁹ Ibid., p. 63.

¹⁵⁰ Ibid., p. 49.

¹⁵¹ Ibid., p. 134.

¹⁵² Cf. Ibid., pp. 134-136.

elementar para o *construído*, do *caos* inicial de uma mistura agitada de partículas elementares para a *ordem* dos átomos, das moléculas, dos astros e de entidades diversas, nomeadamente seres vivos e ecossistemas.

Gamow fundamenta grandemente a evolução na expansão, tomando a expansão do espaço como condição de possibilidade da evolução, por permitir o arrefecimento e a diminuição de densidade de que o universo precisava para poder criar os elementos químicos e posteriormente condensar a matéria. E, apesar de Gamow nunca falar em grande explosão, mas sim em «grande expansão»¹⁵³, a primeira etapa da “sua” evolução cósmica é mesmo explosiva, à semelhança do que acontece na hipótese do átomo primitivo de Lemaître.

No livro, Gamow retoma a ideia de «documento arqueológico» dos primórdios do universo¹⁵⁴, referindo-se às abundâncias relativas dos elementos químicos.

De facto, segundo Gamow, o universo caracteriza-se e sempre se caracterizou por uma grande *homogeneidade* e *uniformidade* de matéria, e não apenas quanto à distribuição como também quanto às proporções na composição da mesma (abundâncias relativas dos elementos químicos). Esta homogeneidade e esta uniformidade permitem imaginar a expansão do espaço com um fenómeno dotado de *simetria*, nomeadamente simetria esférica, ocorrendo com a mesma velocidade em todas as direções. E, de facto, os cálculos apresentados por Gamow acerca da expansão fundamentam-se em dados relativos ao universo observável, que mais não é do que uma esfera de raio igual à capacidade máxima de observação (àquela data, cerca de mil milhões de anos-luz). Em conformidade com esta esfericidade, Gamow usa mesmo a metáfora de um balão a encher para representar o afastamento das galáxias devido à expansão do espaço (é especialmente ilustrativa a fig. 3 do livro)¹⁵⁵.

Em suma, a análise dos artigos e do livro *A Criação do Universo* permite dizer que, do ponto de vista temático, o modelo cosmogónico de Gamow se inscreve na cosmologia

¹⁵³ Ibid., p. 29.

¹⁵⁴ Ibid., p. 52.

¹⁵⁵ Ibid., p. 32.

relativista de Friedmann e de Lemaître, uma vez que não apenas se fundamenta na relatividade geral como retoma os grandes *themata* das teorias cosmológicas daqueles, como a *homogeneidade*, a *isotropia*, a *uniformidade*, a *simetria*, a *variância*, a *evolução*, a *finitude* temporal.

A diferença mais significativa em relação aos seus antecessores é uma assumida tendência para o espaço infinito ao invés de finito, mas, quanto a essa questão, Gamow mantém, como vimos, alguma abertura de espírito. Toda a restante matriz *thematica* da sua cosmogonia, reforçada pela natureza explosiva que atribui aos primórdios do universo, aproxima-o especialmente de Lemaître. Com efeito, a sua cosmogonia é uma espécie de versão revista (e aumentada, quanto ao detalhe fenomenológico inicial) da teoria do átomo primitivo. No início desta cosmogonia não há um quantum único, mas nem por isso deixa de haver um estado primitivo de máxima simplicidade, que, com a extraordinária rapidez que caracteriza os fenômenos explosivos, origina diferenciações e possibilita uma evolução geradora de entidades cada vez mais diversas e complexas.

Seria esta cosmogonia de Gamow e colaboradores (especialmente Alpher e Hermann) que, depois de alguns outros desenvolvimentos teóricos e experimentais, como a descoberta da radiação cósmica de fundo e da sua interpretação como vestígio arqueológico dos primórdios do universo, viria a constituir o chamado *modelo padrão do big bang*: cosmologia relativista em que o universo tem um início superdenso e superquente de matéria e radiação, se expande de forma explosiva (diminuindo rapidamente a sua densidade e a sua temperatura), evolui gerando diversidade e complexidade a partir da matéria inicial e continua a expandir-se menos rapidamente (continuando a diminuir a sua densidade e a sua temperatura).

II.4. Thematica do Steady-State

- os textos fundadores de Bondi, Gold e Hoyle

Em 1948, uma alternativa à cosmologia relativista de Friedmann, Lemaître e Gamow surgiu em dois artigos publicados simultaneamente e no mesmo volume do *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*: «The Steady-State Theory of the Expanding Universe», da autoria de H. Bondi e T. Gold¹⁵⁶, e «A New Model for the Expanding Universe», da autoria de Fred Hoyle¹⁵⁷, artigos que introduziram um novo modelo cosmológico que viria a ser conhecido como teoria do estado estacionário (*steady-state*).

Os títulos dos dois artigos revelam logo à partida que o novo modelo cosmológico aceita a ideia de um universo em expansão («the Expanding Universe»). Ou seja: apesar de se constituir como alternativa à cosmologia relativista de Friedmann, Lemaître e Gamow, o novo modelo não regressa à ideia einsteiniana de um universo estático. Contudo, como veremos de seguida, o novo modelo proposto constitui uma visão cosmológica radicalmente diferente da cosmologia relativista.

Além destes dois artigos inaugurais da nova cosmologia, outros textos foram escritos e publicados pelos seus proponentes a este propósito, quer textos científicos, quer de divulgação, sobretudo por Fred Hoyle (de quem posteriormente falaremos mais, no quadro da disputa thematica entre a cosmologia do big bang e a cosmologia do steady-state). Mas todas as ideias essenciais da teoria do estado estacionário estão nos dois artigos de 1948, pelo que, para colocarmos a nu a sua matriz thematica, basta incidir o nosso estudo nestes dois textos científicos.

1. O *steady-state* de Bondi e Gold

¹⁵⁶ Bondi, H. e Gold, T. (1948).

¹⁵⁷ Hoyle, F. (1948).

No seu artigo, Bondi e Gold começam por analisar a questão da aplicabilidade cosmológica das leis físicas (enunciadas com base em observações realizadas atualmente¹⁵⁸ no nosso planeta), uma questão que adquire especial relevância no âmbito da cosmologia, na medida em que estão em causa acontecimentos muito longínquos, quer no espaço quer no tempo.

Bondi e Gold consideram que a assunção, fundamental na cosmologia até então desenvolvida (e, portanto, também na cosmologia relativista), de uma universalidade espaço-temporal das leis físicas, apresenta sérias dificuldades:

Uma tal filosofia pode ser intelectualmente agradável: dá permanência a coisas abstratas, às leis físicas, considerando a presente condição do universo como mera demonstração particular das consequências dessas leis. Existem, contudo, graves dificuldades inerentes a um tal ponto de vista.¹⁵⁹

Para Bondi e Gold, aquela assunção faz parte de certos «juízos estéticos» que, sem qualquer fundamento lógico, existem em cosmologia¹⁶⁰. E, depois de analisarem algumas das suas dificuldades e de referirem o princípio cosmológico (num dado momento, e em larga escala, as observações do universo são independentes da posição onde se encontra o observador) como princípio capaz de remover parcialmente tais dificuldades, Bondi e Gold propõem e enunciam um novo princípio:

O nosso caminho é assim definido, não apenas pelo princípio cosmológico usual, mas pela extensão do mesmo que se obtém assumindo o universo, não apenas como homogéneo, mas também como imutável em larga escala. A esta combinação do princípio cosmológico usual com o postulado estacionário chamaremos *princípio cosmológico perfeito* e todos os nossos argumentos serão baseados no mesmo. O universo é postulado como homogéneo e estacionário na sua aparência de larga escala como também nas suas leis físicas.¹⁶¹

Bondi e Gold veem uma poderosa vantagem de parcimónia lógica no princípio cosmológico perfeito. É esse o sentido desta confiante afirmação:

¹⁵⁸ Entenda-se *atualmente* à escala cosmológica.

¹⁵⁹ Bondi, H. e Gold, T. (1948), p. 253.

¹⁶⁰ Ibid., p. 253.

¹⁶¹ Ibid., p. 254.

A menos e até que alguma discordância apareça aceitaremos, pois, o princípio, sendo que este é a única assunção que pode servir de base a um possível progresso sem hipóteses adicionais.¹⁶²

Para Bondi e Gold, é possível derivar toda a cosmologia de uma só hipótese (daí que esta cosmologia acabaria por ser chamada cosmologia dedutiva¹⁶³): o princípio cosmológico perfeito, hipótese única e primeira dotada de uma completude lógica e de um alcance epistemológico extraordinários. Um princípio simples e perfeito (como, aliás, consta do seu próprio nome) que nos permite reencontrar o thema da *simplicidade* e que introduz (de forma lexical explícita) o thema da *perfeição*, que ainda não víamos na cosmologia relativista. Um princípio que nos permite igualmente reencontrar o thema da *constância*, já nosso conhecido da cosmologia relativista, no que se refere à aparência do universo (em larga escala) e às leis que o regem (leis constantes, imutáveis, ao longo do espaço mas também ao longo do tempo).

Bondi e Gold demonstram que a expansão do universo decorre do princípio cosmológico perfeito. Mas a expansão toma aqui novos contornos. Não implica que a densidade do universo diminua ao longo do tempo (pelo contrário, o princípio cosmológico perfeito implica que esta se mantenha constante). Não implica, por isso, uma situação inicial de máxima concentração de toda a matéria (energia) do universo atual. O universo expande-se mas, ao longo do tempo mantém a sua aparência, ou seja, a sua densidade de matéria, ao contrário do que defende a cosmologia de Friedmann, Lemaître e Gamow. É um universo não estático porque se expande, mas estacionário no sentido em que, em larga escala, é sempre igual ao longo do tempo.

Recordemos que, ao contrário do sentido que Friedmann lhe atribuíra, aqui o termo *estacionário*, que designa a nova teoria, significa universo não estático mas com ausência de evolução (evolução do universo como um todo, entenda-se).

Se imaginarmos o tempo a andar para trás, não encontraremos um universo cada vez mais pequeno e cada vez mais denso, até atingir algum tipo de unidade inicial, como nos modelos de Friedmann, de Lemaître e de Gamow; e se avançarmos no tempo, o aspeto

¹⁶² Ibid., p. 255.

¹⁶³ Cf. Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 112. Ver também Bondi, H. (1960), p. 140.

do universo (em larga escala) continuará também a ser o mesmo de hoje e do passado. Assim sendo, não há razão para considerar uma origem ou um fim para o universo e, encontrando-se permanentemente em expansão, é caracterizado pela *infinitude*, quer em dimensão quer em idade (aliás, com uma linha temporal que vai de $-\infty$ a $+\infty$, não se pode sequer dizer que o universo tenha alguma idade). Daí que Bondi e Gold considerem que

O universo é, pois, infinito, tanto espacial como temporalmente (...).¹⁶⁴

A mais estranha consequência do princípio cosmológico perfeito, intimamente associada ao carácter estacionário e à infinitude do universo, é a criação contínua de matéria:

Torna-se claro que um universo em expansão só pode ser estacionário se a matéria for continuamente criada nele. A taxa de criação requerida, que decorre simplesmente da densidade média e da taxa de expansão, pode ser estimada como sendo, no máximo, a massa de uma partícula de protão por litro e por 10^9 anos.¹⁶⁵

De facto, admitindo que o universo está em expansão, a única forma deste conservar a sua homogeneidade, ou seja, a mesma aparência ao longo do tempo, é ser dotado de uma permanente e uniforme criação de matéria em toda a sua extensão, de forma a compensar o afastamento da matéria no seu movimento de expansão. Se considerarmos um determinado volume de universo, a nova matéria forma-se aí a um ritmo igual ao ritmo com que a matéria mais antiga sai dos limites desse volume devido à expansão, mantendo-se a densidade de matéria e a homogeneidade.

A conservação da massa (energia) toma então uma nova forma: a massa (energia) é constante ao longo do tempo, se considerarmos um determinado volume de universo. Pelo que, na perspectiva de Bondi e Gold, não há qualquer violação do velho princípio de conservação da energia. Relativamente à massa (energia), a *constância* é garantida, mas quanto à densidade e quanto ao ritmo de criação.

Apesar de se considerar que o universo é estacionário, o thema da *evolução* não é totalmente rejeitado. Acontece que, nesta perspectiva, a evolução não se refere ao

¹⁶⁴ Bondi, H. e Gold, T. (1948), p. 256.

¹⁶⁵ Ibid., p. 256.

universo como um todo, tratando-se de evolução a nível mais local – a que parte da matéria continuamente criada para as estruturas macroscópicas (galáxias e seus componentes) construídas com essa matéria:

(...) para assegurar o aspeto estacionário do universo, o novo material deve ser criado na forma a partir da qual começa a evolução. (...) A matéria criada deve, portanto, começar no início da cadeia evolutiva para preencher o reservatório que, de outro modo, ficaria seco.¹⁶⁶

A criação surge aqui associada à evolução do simples para o complexo, como acontecia em Friedmann e Lemaître. Mas com uma diferença radical: a criação não é única, é múltipla, contínua e uniforme; não é criação do universo inteiro mas de matéria microscópica dentro de um universo já existente; não é criação no passado mas contínua criação – no passado, no presente e no futuro, infinitamente repetida em pequenos pontos do vazio cósmico.

Quanto à física da criação, nomeadamente quanto aos tipos de matéria criada, Bondi e Gold optam pela *simplicidade* e sugerem três possibilidades para «o mais simples material de construção»¹⁶⁷:

- (i) Protões e eletrões, criados separadamente mas em idênticas (ou muito idênticas) taxas. (...)
- (ii) Neutrões. (...)
- (iii) Átomos de hidrogénio.¹⁶⁸

Depois de apresentarem a sua teoria da criação (de matéria), Bondi e Gold lançam críticas à relatividade geral, que não pode, segundo os autores, ser satisfatoriamente adaptada à sua teoria; criticam, por isso, a perspectiva de Fred Hoyle, que veremos a seguir, uma vez que este autor compatibiliza a relatividade geral com a criação contínua de matéria.

¹⁶⁶ Ibid., p. 265.

¹⁶⁷ Ibid., p. 267.

¹⁶⁸ Ibid., p. 267.

2. O *steady-state* de Fred Hoyle

Hoyle adota uma abordagem diferente da de Bondi e Gold, desenvolvendo-a no quadro da relatividade geral e começando o seu artigo precisamente com a ideia de criação contínua de matéria. Cita Jeans, que já em 1928 propusera que os centros das galáxias podem ser pontos singulares nos quais a matéria é continuamente criada, e acrescenta que também Dirac relacionara posteriormente a criação contínua de matéria com questões de cosmologia.

São muito significativas estas palavras de Hoyle, logo no segundo parágrafo:

O trabalho que se segue relaciona-se com este aspeto da matéria [criação contínua] e resulta de uma discussão com Mr T. Gold, que assinalou que através da criação contínua de matéria é bastante possível obter um universo em expansão no qual a densidade própria da matéria se mantém constante. Esta possibilidade parece atraente, especialmente quando conjugada com objeções estéticas à criação do universo num passado remoto. É que é contrário ao espírito da pesquisa científica considerar efeitos observáveis como decorrentes de “causas desconhecidas da ciência”, que é o que a criação-no-passado implica.¹⁶⁹

Curiosamente, num artigo científico, e tal como já vimos em Bondi e Gold, também Hoyle convoca razões estéticas para certas preferências ou objeções em cosmologia. Para Hoyle, a criação do universo num passado remoto, tal como preconizada na cosmologia de Friedmann, Lemaître e Gamow, é esteticamente inadmissível. Além disso, ou na base disso, é uma ideia não científica por apelar a “causas desconhecidas da ciência”.

Ao criticar os modelos cosmológicos de Einstein, de de Sitter e de Lemaître-Eddington, Hoyle apela a questões observacionais mas novamente a questões estéticas:

Infelizmente, nenhum destes casos satisfaz os requisitos observacionais; o modelo de Einstein não tem expansão e o modelo de de Sitter não contém material.¹⁷⁰

¹⁶⁹ Hoyle, F. (1948), p. 372.

¹⁷⁰ Ibid., p. 374.

(...) Além disso, há objeções estéticas. É que o universo de Lemaître-Eddington depende da introdução de uma constante cosmológica que, como Einstein assinalou, é um dispositivo insatisfatório. E mais: o princípio cosmológico amplo não é satisfeito.¹⁷¹

Hoyle considera a constante cosmológica um recurso pouco estético (não explica porquê, mas afirma que concorda com Einstein). Por outro lado, Hoyle adere também ao princípio cosmológico perfeito de Bondi e Gold, chamando-lhe «princípio cosmológico amplo». Numa passagem de um artigo de Hoyle publicado posteriormente, em 1949, «On The Cosmological Problem», fica especialmente claro que «princípio cosmológico amplo» é o nome que o autor dá ao «princípio cosmológico perfeito» de Bondi e Gold:

Bondi e Gold, discutindo a criação contínua de matéria, evitaram a introdução de uma teoria quantitativa ao formularem a hipótese de que o universo, quando considerado em suficiente larga escala, satisfaz o princípio cosmológico amplo (perfeito).¹⁷²

Hoyle não concede a este princípio a importância primordial (de postulado) que Bondi e Gold lhe atribuem, mas utiliza-o na sua argumentação a favor de um universo estacionário:

Usando a criação contínua da matéria, tentaremos obter, no quadro da teoria geral da relatividade, mas sem introduzir uma constante cosmológica, um universo capaz de satisfazer o princípio cosmológico amplo que revele as requeridas propriedades de expansão e em que as condensações estão continuamente a formar-se.¹⁷³

Esta passagem resume todo o projeto cosmológico desenvolvido no artigo de Hoyle: partindo da criação contínua de matéria, conseguir um modelo de universo em expansão mas estacionário, servindo-se da relatividade geral (ao contrário de Bondi e Gold) mas sem recorrer à constante cosmológica (ao contrário de Friedmann e Lemaître).

Este modelo é um modelo onde há especialmente lugar à condensação, em detrimento da desintegração, própria dos modelos que preconizam uma criação singular do universo, como é muito explicitamente o modelo do átomo primitivo de Lemaître. Aqui,

¹⁷¹ Ibid., p. 375.

¹⁷² Hoyle, F. (1949), pp. 370-371.

¹⁷³ Hoyle, F. (1948), p. 375.

uma vez criada, a nova matéria entra numa cadeia de construção de estruturas microscópicas e macroscópicas. O universo está, pois, em contínua condensação («as condensações estão sempre a formar-se»), alimentada por uma contínua criação.

Segundo Hoyle, a continuidade destes processos de criação e condensação não teve princípio nem terá fim. Assim:

O presente modelo tem um futuro infinito e um passado infinito, e considerando a aproximação de que os efeitos de condensações locais são negligenciáveis, o princípio cosmológico amplo é satisfeito.¹⁷⁴

Ora, num contexto de criação contínua de matéria, a preocupação com o princípio de conservação da massa (energia) não poderia deixar de estar presente, pelo que Hoyle explica:

As partículas que saem do universo observável são compensadas pela criação de novas partículas (...). É apenas através da criação de matéria que um universo em expansão consegue ser consistente com a conservação da massa dentro do universo observável.¹⁷⁵

Trata-se da mesma conceção de conservação de massa (energia) enunciada por Bondi e Gold: a massa (energia) mantém-se constante no «universo observável», ou seja, num volume de universo que um determinado observador pode observar.

E se a *constância* é um thema fundamental quanto à massa (energia), também o é quanto à entropia:

Uma outra característica interessante é que a “entropia” total dentro do universo observável não aumenta ao longo do tempo. Apesar de a entropia aumentar numa região localizada, a entropia total mantém-se aproximadamente constante porque as condensações locais levam a entropia para fora do universo observável. Não há degeneração termodinâmica do universo observável como um todo.¹⁷⁶

Ao contrário de Bondi e Gold, Hoyle não propõe possibilidades de partículas criadas mas sugere que a criação aconteça através de algum «tipo de processo quântico»¹⁷⁷, relacionado com flutuações de densidade, uma ideia que, em certo sentido, faz lembrar

¹⁷⁴ Ibid., p. 381.

¹⁷⁵ Ibid., p. 379.

¹⁷⁶ Ibid., p. 381.

¹⁷⁷ Ibid., p. 381.

a ideia de Lemaître quanto à criação do universo como fenómeno quântico. A diferença, absolutamente abissal, é que Hoyle está a falar da criação de matéria elementar dentro de um universo sem princípio nem fim temporal, enquanto Lemaître fala da criação “simultânea” de toda a matéria, ou seja, de todo o universo. Retomaremos esta questão da criação mais adiante, porque, como veremos, é um problema de importância capital do ponto de vista temático e que desempenha um papel claramente central na disputa entre a cosmologia do big bang e a cosmologia do steady-state, assim como no atual sucesso (sobretudo popular) da cosmologia do big bang.

II.5. Big Bang e Steady-State

- uma comparação *thematica*

Tendo identificado os principais *themata* dos textos fundadores da cosmologia do big bang e da cosmologia do steady state, podemos confrontar com mais acuidade as duas matrizes *thematicas*, dando conta de semelhanças e diferenças relevantes.

A *homogeneidade*, a *isotropia* e a *uniformidade* são três *themata* básicos nas duas cosmologias, no sentido em que, tanto numa como noutra, funcionam como fundo de partida para todas as teorizações. Na verdade, o universo é sempre considerado homogéneo e isotrópico, logo uniforme na distribuição da matéria. A homogeneidade (do universo) significa que as propriedades e as leis físicas do universo são as mesmas em todo e qualquer ponto. A isotropia significa que o universo tem a mesma aparência em todas as direções, não havendo, portanto, qualquer direção privilegiada no mesmo. A uniformidade, que se relaciona diretamente com a homogeneidade e a isotropia, manifesta-se na distribuição uniforme da matéria, na expansão do espaço (tida como igual em qualquer ponto do universo), na abundância relativa dos elementos químicos referida por Lemaître e por Gamow (os elementos químicos distribuem-se uniformemente pelo universo) e também, apenas no caso do steady-state, na criação contínua de matéria (a matéria forma-se uniformemente ao longo no espaço vazio do universo). Estes *themata* são, de certa forma, expressões do *thema* da *constância*, de que mais adiante falaremos com mais detalhe, e referem-se sempre a propriedades ontológicas consideradas em larga escala e não à escala local, porque à escala local o mundo físico apresenta uma variabilidade tida como irrelevante para um estudo verdadeiramente cosmológico.

Outro *thema* comum é a *simetria*. A simetria geométrica, muito especialmente a simetria esférica, está presente nos fundamentos relativistas da cosmologia, na medida em que se admite uma simetria central do espaço. E, independentemente de o universo ser espacialmente finito (segundo a cosmologia de Lemaître) ou, pelo contrário, espacialmente infinito (possibilidade mantida em aberto por Friedmann e por Gamow, mas ideia basilar na cosmologia do estado estacionário), a observação a partir de um

ponto revela uma simetria esférica em larga escala, como resultado da homogeneidade e da isotropia.

Também o thema da *continuidade* está bem presente nas duas cosmologias. O espaço-tempo, omnipresente no universo, é considerado como um contínuo geométrico nas duas cosmologias. Quanto à dinâmica do universo, podemos reconhecer que a expansão é considerada contínua em ambas as cosmologias. Há a ressalvar, na cosmologia do big bang, a possibilidade de um universo oscilante, cuja continuidade expansiva seria interrompida pela cessação da expansão e pelo início de uma contração, mas nesse caso também esta contração seria contínua (até se atingir novamente uma singularidade). Por seu lado, a teoria do estado estacionário tem na continuidade um thema absolutamente central, na medida em que a criação de matéria é contínua (e para sempre contínua, sem qualquer interrupção).

Quanto às semelhanças thematicas, ficamos por aqui. Não são muitas, ao contrário das diferenças e oposições que separam thematicamente as duas cosmologias, como veremos já de seguida. Aliás, mais interessante do que assinalar as principais semelhanças thematicas entre as duas cosmologias, é identificar e refletir sobre as suas grandes diferenças e oposições, vendo o que as distingue de uma forma essencial e podendo assim compreender melhor a especificidade thematica da cosmologia do big bang, principal objeto da presente investigação. É então o que faremos agora.

a. *ciclo vital versus existência contínua*

Na perspectiva de Holton, a disputa entre big bang e steady-state, que analisaremos com mais detalhe no próximo capítulo, corresponde à oposição thematica traduzida pelo par *ciclo vital/existência contínua*, sendo que a cosmologia do big bang assenta no ciclo vital e a cosmologia do steady-state na existência contínua. É esse o sentido desta afirmação de Holton:

A versão moderna da teoria cosmológica baseada no thema do ciclo vital (Início, Evolução e Fim) pode parecer triunfar no plano experimental sobre a teoria rival baseada num thema de Existência Contínua (...).¹⁷⁸

De acordo com o sentido atribuído por Holton ao ciclo vital, a cosmologia do big bang inscreve-se mesmo neste thema. Na verdade, segundo a cosmologia relativista de Friedmann, Lemaître e Gamow, o universo tem um princípio, uma evolução e também um fim, seja por declínio de complexidade e de dinâmica (se a sua expansão continuar ininterruptamente), seja por involução ao retornar a um ponto singular (se o universo for oscilante e a seguir à expansão se seguir uma contração total).

Segundo a cosmologia de Friedmann e de Lemaître, ambos os devires são possíveis para o universo. Vimos que Friedmann não chegou a inclinar-se para uma ou outra destas possibilidades. Mas Lemaître viria posteriormente a recusar um universo oscilante (um «universo “Fénix”»¹⁷⁹), tendo apresentado razões termodinâmicas para acreditar num universo não oscilante¹⁸⁰. Afirmou Lemaître em duas ocasiões diferentes:

Não vejo como se possa construir uma cosmologia adequada partindo do gás nuclear Fénix.¹⁸¹

É mais provável que a expansão tenha já ultrapassado o raio de equilíbrio e não venha a ser seguida de uma contração.¹⁸²

Gamow, por seu lado, fundamentando-se em dados observacionais acerca da densidade e da velocidade de expansão, também recusou a ideia de o nosso universo poder vir a contrair-se, apesar de ter admitido uma fase de compressão e involução anterior ao início do atual universo que parecia apontar para um cenário cíclico.

Se o universo fosse oscilante, o seu ciclo vital coincidiria com um tempo cíclico, em que periodicamente (ou, pelo menos, uma vez) o universo regressaria ao seu estado inicial (como se o alfa e o ómega se fundissem). Não sendo oscilante, a existência do universo não decorre segundo um tempo cíclico mas antes segundo um tempo linear, partindo

¹⁷⁸ Holton, Gerald (1975), p. 46.

¹⁷⁹ Lemaître, Georges (1972a), p. 12.

¹⁸⁰ Cf. Ibid., pp. 12-13.

¹⁸¹ Ibid., p. 13.

¹⁸² Lemaître, Abbé G. (1997a), p. 234.

de um estado alfa rumo a um estado ómega, bastante distinto. Contudo, nem por isso o universo deixa de estar sujeito a um ciclo vital (na perspectiva holtoniana), na medida em que este se caracteriza por uma origem, uma evolução e um declínio que tende para um fim, independentemente de ser ou não idêntico ao início. Neste caso, o fim não é ontológico mas evolutivo e dinâmico: o universo atinge um estado em que nada de especial acontece. Recordemos Lemaître:

É mais provável que a expansão tenha já ultrapassado o raio de equilíbrio e não venha a ser seguida de uma contração. Nesse caso, não devemos esperar mais nada de sensacional: os sóis arrefecerão, as nebulosas afastar-se-ão, cinzas e fumos do fogo-de-artifício original acabarão por arrefecer e dispersar-se.¹⁸³

Holton considera que o ciclo vital é um *thema* que pode funcionar na forma de metáfora antropomórfica¹⁸⁴. Aliás, como já vimos atrás, Lemaître usou mesmo o ciclo vital como metáfora:

O nosso universo tem as marcas da sua juventude e podemos esperar reconstituir a sua história.¹⁸⁵

Nesta metáfora, se o universo tem juventude, é porque a sua origem é um nascimento e o seu futuro, mais ou menos longínquo, acabará em morte (qualquer que seja a sua forma). E, recordemos que, na conceção holtoniana, um ciclo vital não precisa de que a morte dê lugar a um novo nascimento.

Ora, a teoria do estado estacionário é uma recusa absoluta deste ciclo vital. Não significa isto que, à escala local, não se possa falar deste ciclo, como veremos quando adiante nos debruçarmos sobre o *thema* da evolução. Mas à escala universal, não apenas o tempo é linear como não há um processo de ascensão e declínio – ou, metaforicamente falando, o universo é alheio a qualquer ciclo de nascimento, vida e morte.

A teoria do estado estacionário identifica-se, portanto, com o *thema* oposto, a *existência contínua*: relativamente ao universo, não há princípio, não há evolução, não há fim. O universo sempre existiu e sempre existirá; e sempre igual, em larga escala, sem conhecer

¹⁸³ Ibid., p. 238.

¹⁸⁴ Cf., por ex., Holton, Gerald (1975), pp. 106-109.

¹⁸⁵ Lemaître, Abbé G. (1997a), p. 234.

qualquer evolução e sem conhecer qualquer involução ou outra forma de envelhecimento.

Veja-se, a propósito, esta preocupação de Bondi com a recusa de qualquer tipo de morte para o universo:

(...) o processo de criação, sempre em conjunto com a expansão do universo, previne a aproximação à morte térmica, o estado no qual nenhuma evolução consegue ter lugar e no qual a passagem do tempo não tem significado.¹⁸⁶

Ou seja: segundo Bondi, o estado estacionário impede a morte térmica do universo. E quem diz morte térmica, diz qualquer morte. Para os defensores do estado estacionário, o universo é imortal, alheio aos ciclos vitais das entidades astronómicas, como estrelas, sistemas planetários e galáxias, e dos organismos vivos.

b. *finitude versus infinitude*

O ciclo vital da cosmologia relativista identifica-se logicamente com o thema da *finitude* e a existência contínua da cosmologia do estado estacionário identifica-se logicamente com o thema da *infinitude*.

Embora a comparação seja imprecisa, podemos dizer que, segundo a cosmologia do big bang, o universo é uma espécie de ilha no tempo e possivelmente também no espaço. Tem um passado finito, ou seja, tem uma idade. E, uma vez que se encontra em expansão a partir de um volume nulo, também é possível que tenha uma dimensão finita. Se não for oscilante, a sua idade tende para infinito e também a sua dimensão; mas, por mais velho e maior que fique, finito é e finito continuará.

Se o espaço for finito é, contudo, ilimitado, ou seja, não tem fronteiras: é fechado sobre si próprio – viajando sempre em frente, consegue-se regressar um dia ao ponto de partida sem fazer inversão de marcha.

Mas é importante assinalar que, na cosmologia do big bang, a questão da finitude/infinitude é uma questão apenas resolvida quanto ao tempo: o universo tem

¹⁸⁶ Bondi, H. (1960), p. 145.

uma idade, ou seja, é temporalmente finito. Já no que se refere ao espaço, a questão permanece em aberto: como vimos, Friedmann não tomou partido, e, depois de Lemaître se assumir por um universo finito, Gamow voltou a baralhar o problema ao inclinar-se para um universo infinito sem, todavia, rejeitar a possibilidade oposta.

Seja como for, a cosmologia do big bang admite, pelo menos, que, além de temporalmente finito, o universo pode ser igualmente espacialmente infinito, o que é radicalmente diferente do entendimento da cosmologia do estado estacionário. De facto, a teoria do estado estacionário recusa liminarmente qualquer finitude ao universo, vendo-o inquestionavelmente como *infinito*, quer do ponto de vista temporal, quer do ponto de vista espacial. Nesta cosmologia, o universo não teve início e não terá fim. E, relativamente ao espaço, nem sequer faz muito sentido falar do universo como um todo, por ser infinito; é por isso que, neste contexto, se fala de «universo observável»¹⁸⁷ em vez de universo, tal como faz Hoyle.

c. *criação versus criação*

A cosmologia do big bang é uma «cosmogonia integral», nas palavras de Merleau-Ponty¹⁸⁸. De facto, a *criação*, no quadro da cosmologia do big bang, é a criação do universo, de todo o universo, ocorrida num passado remoto, ao contrário do que sucede na cosmologia do estado estacionário.

Também podemos dizer que a cosmologia do estado estacionário é uma cosmogonia, no sentido em que há *criação* contínua de matéria e há génese de elementos químicos, de estrelas, de sistemas planetários, de galáxias, de enxames de galáxias, dentro de um universo já existente e que não foi criado porque sempre existiu. Mas não é uma cosmogonia integral; é uma espécie de cosmogonia parcelar e localizada, simultaneamente dispersa pelo universo e eternamente a acontecer.

Consoante a cosmogonia, a ideia de criação é usada com sentidos e alcances radicalmente diferentes, que geram também reações diferentes: no sentido de *criação*

¹⁸⁷ Hoyle, F. (1948), p. 379.

¹⁸⁸ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 358.

do universo, uma questão milenar, a palavra tem uma força capaz de provocar fascínio ou repulsa, como adiante veremos, porque facilmente evoca uma origem demiúrgica do mundo e porque abarca de uma só vez a totalidade do que existe, ao contrário do que acontece no sentido de *criação contínua de matéria*, uma questão completamente nova que evita a profunda e antiquíssima questão da origem primeira do mundo.

Na verdade, a palavra *criação*, especialmente no sentido de criação do universo, facilmente evoca uma ação em que um criador cria criaturas. E, como refere Merleau-Ponty, numa época em que praticamente todos os cientistas envolvidos haviam sido formados num contexto cultural com forte influência da religião judaico-cristã, uma conotação religiosa, mesmo bíblica, era inevitável para aquela palavra, mesmo em contexto estritamente científico:

É que para espíritos formados na reverência ou no escárnio dos dogmas judaico-cristãos – ou seja, a quase totalidade dos membros da cidade científica do século XX – a ideia de uma origem do Universo não pode deixar de evocar o conceito da criação *ex nihilo* do mundo que o pensamento antigo e medieval acabou por retirar do confronto das especulações da Filosofia grega com a mitologia bíblica.¹⁸⁹

Esta evocação poderia ser atenuada, ainda que não evitada, se em vez da palavra *criação*, introduzida por Friedmann e que passou a ser usada normalmente por muitos dos que se seguiram, quer de um lado quer do outro da barricada¹⁹⁰, tivesse sido escolhida outra palavra sem aquela conotação religiosa, como, por exemplo, a palavra *formação*. Aliás, isso mesmo foi notado por Hoyle, coproponente da criação contínua de matéria, ao recordar uma viagem que fez à capital da União Soviética para participar no encontro da International Astronomical Union de 1958:

Imaginem o meu assombro quando, na primeira viagem que fiz à União Soviética, cientistas russos me disseram com toda a seriedade que as minhas ideias teriam sido mais aceitáveis na Rússia se as minhas palavras tivessem sido usadas de outra forma. As palavras ‘origem’ ou ‘formação de matéria’ seriam O.K., mas criação na União Soviética estava definitivamente fora de questão.¹⁹¹

¹⁸⁹ Ibid., p. 343.

¹⁹⁰ À exceção de Lemaître, como veremos mais tarde.

¹⁹¹ Hoyle, F. (1989), p. 101. Citado por Kragh, Helge (1996), p. 263.

Neste caso, a conotação religiosa da palavra *criação* teve um efeito repulsivo no contexto político de um regime ditatorial materialista, contribuindo, não apenas para a recusa da cosmologia do big bang, como também, segundo o próprio Hoyle, para alguma desconfiança relativamente à cosmologia do estado estacionário.

Mas a palavra que vingou no pensamento cosmológico, sobretudo ocidental, foi mesmo a palavra *criação*, nunca tendo sido substituída por outras de conotação mais neutra, o que é muito significativo do ponto de vista thematico.

Encontramo-nos, de facto, perante uma questão thematica da maior relevância, que só será devidamente esclarecida com a análise que farei da disputa thematica entre big bang e steady-state mas que importa abordar minimamente desde já. A questão é a seguinte. Holton não identificou explicitamente a *criação* como thema. Na lista de themata construída a partir dos seus estudos de caso, apenas podemos ver a criação de forma implícita: no thema do *universo criado e real* e no thema (dotado de sentido metafórico) do *ciclo vital* (o *ciclo vital* é uma sequência constituída por início, evolução e fim; no quadro da cosmologia do big bang, a criação pode integrar-se implicitamente no início da sequência). Contudo, a força com que este conceito emergiu na cosmologia do big bang e na cosmologia do estado estacionário, a importância central em cada uma delas e na disputa apaixonada que os partidários de ambas travaram (disputa de que falaremos no próximo capítulo), as polarizações de pesquisa que originou na cosmologia, justificam que se reconheça como thema por si só e que se acrescente à lista de themata que já conhecemos. De facto, como diz Merleau-Ponty, a criação é um dos «temas dominantes na Cosmogonia moderna», justificando «oposições profundas que a animam e a polarizam»¹⁹².

A omnipresença e o papel da *criação* no pensamento cosmológico ficaram bem patentes no que vimos em Friedmann, Lemaître e Gamow, por um lado, mas também em Bondi, Gold e Hoyle, por outro. No próximo capítulo, veremos com mais acuidade a importância central que o problema da criação teve na cosmologia do séc. XX. E aí constataremos que a criação respeita características essenciais dos themata, nomeadamente a capacidade para mobilizar ou inibir, para provocar fascínio ou repulsa, para polarizar a

¹⁹² Merleau-Ponty, Jacques (1965), p 350.

investigação de um cientista ou de uma comunidade, assim como a longevidade histórica e a transversalidade disciplinar e cultural. Encontramos todas estas importantes características na ideia de *criação*. Nem é preciso recordarmos exaustivamente tudo o que caracteriza um thema para reconhecer que estamos perante um forte candidato a essa classificação, injustamente ausente, pelo menos de forma explícita, da lista de Holton.

Consideremos, pois, e desde já, que a criação é um thema. Assim se justifica que, apesar de não integrar o conjunto holtoniano de themata, se integre como thema de pleno direito no seio de uma comparação thematica, adquirindo este novo estatuto da criação uma justificação mais aprofundada no próximo capítulo.

Não podemos, todavia, deixar de distinguir três sentidos com que o thema *criação* é utilizado nos textos cosmológicos que vimos. No sentido bíblico, utilizado por Friedmann e publicamente evitado por Lemaître, a criação é criação ex nihilo, ou seja, criação de algo (neste caso, o universo inteiro) a partir do nada. É um verdadeiro início: início do espaço, do tempo, da matéria; uma passagem do nada ao ser. No sentido grego, aristotélico, utilizado por Gamow, a criação acontece a partir de matéria-prima informe. No sentido de criação contínua de matéria, utilizado pelos cosmólogos do steady state, a criação é criação eterna de algo, também a partir do nada mas dentro de um universo já existente e eterno. Na linha do que vimos na classificação dos themata, podemos dizer que a criação é um thema fundamental com estes três themata derivados.

d. *caos versus ordem*

Na cosmologia do big bang, o universo primordial é simples, mas sendo também superquente e superdenso, o Ylem é um estado caótico de partículas. A grande explosão inicial (ou seja, a rápida expansão inicial) é um acontecimento caracterizado por desordem, violência e desarranjo, ou seja, um princípio caótico do universo. É a evolução que resgata o universo desse caos inicial e o vai organizando, elevando-o progressivamente a níveis de organização da matéria cada vez mais ordenados e complexos.

Mas, pelo contrário, na cosmologia do estado estacionário, o universo, no seu todo, não conheceu qualquer estado caótico. Mantendo-se igual a si mesmo ao longo do tempo, a sua ordem é sempre igual à que conhecemos atualmente: matéria organizada na forma de átomos, moléculas e uma imensa diversidade de estruturas microscópicas e macroscópicas de complexidade diversa. O caos até pode existir a níveis muito localizados, mas o universo em larga escala mantém-se ordenado, com os planetas a orbitar as estrelas, as estrelas a orbitar o centro das galáxias, as galáxias organizadas em enxames de galáxias, os enxames organizados em superenxames, e tudo a afastar-se inexoravelmente devido à expansão do espaço, dando continuamente lugar a nova e simples matéria que, uma vez criada, se agrega e evolui para níveis mais elevados de complexidade.

e. *evolução e involução (mudança) versus estado estacionário (constância)*

Vimos que, na cosmologia do big bang, o universo, como um todo, evolui ao longo do tempo. A *evolução* preconizada por esta cosmologia ocorre, na verdade, a dois níveis:

- a um nível global, como um todo, o universo evolui nomeadamente no que se refere a características fundamentais como a curvatura do espaço, a densidade de matéria, a complexidade e organização da matéria em larga escala, o aspeto em larga escala, a dimensão (no caso de o universo ser espacialmente finito); digamos que é uma *evolução do universo*;

- a um nível local, com a formação de átomos, moléculas, estrelas, sistemas planetários, galáxias e enxames de galáxias, e com a evolução para elevados níveis de complexidade como a biológica; digamos que é uma *evolução no universo*.

A evolução é em si mesma um thema mas é também expressão do thema da *mudança* e, como vimos, orienta-se da *unidade* à *multiplicidade* (polos de um duplete thematico) e *do simples* ao *complexo* (polos de outro duplete thematico).

Quanto à cosmologia do estado estacionário, também preconiza a existência de evolução cósmica. Mas trata-se apenas de uma evolução *no* universo e não *do* universo. Ou seja: trata-se apenas de uma evolução a nível local (formação de átomos, moléculas,

estrelas, sistemas planetários, galáxias e enxames de galáxias; evolução para elevados níveis de complexidade como a biológica), não uma evolução a nível global, do universo como entidade.

Encontrando-se em expansão, o universo é dinâmico em ambas as cosmologias, mas na dinâmica do estado estacionário, ao contrário do que acontece na dinâmica do big bang, que é uma dinâmica de *mudança* do universo no seu todo, o universo mantém o seu aspeto sempre igual ao longo do tempo (daí precisamente a designação *estado estacionário*), devido à criação contínua de matéria. O *estado estacionário* é em si mesmo um thema mas também expressa o thema da *constância*, considerando o universo em larga escala; o universo não é estático mas a sua dinâmica global é como a de um rio que flui mas mantém sempre inalterado o seu caudal e o seu aspeto geral.

A cosmologia do big bang é uma cosmologia rápida, mesmo explosiva e violenta, que, como vimos, o próprio Lemaître comparou metaforicamente a um fogo-de-artifício, enquanto a cosmologia do estado estacionário é lenta e, digamos, tranquilamente repetitiva e monótona.

Se for oscilante, o universo conhecerá (ou já conheceu no passado) a *involução* (uma outra forma de *mudança*), thema que completa o triplete *evolução/estado estacionário/involução*, identificado por Holton. Se não for oscilante, o universo também conhecerá a involução, na medida em que, por força da interminável expansão, a progressiva diminuição de densidade de matéria acabará com as condições necessárias à manutenção de entidades astronómicas como estrelas, sistemas planetários, galáxias e enxames, e dos mais elevados níveis de complexidade, nomeadamente entidades biológicas. Na cosmologia do big bang, o universo perde capacidade de criar complexidade, envelhece, a sua energia degrada-se (a entropia aumenta).

Pelo contrário, na cosmologia do estado estacionário, o universo está continuamente a rejuvenescer através do aparecimento de nova matéria que se condensará e originará estruturas complexas inanimadas mas também muito possivelmente estruturas complexas vivas. Num estado estacionário, o universo é como uma infinita máquina de evolução local, capaz de produzir estruturas complexas por todo o lado e sem cessar. É

que, neste caso e ao contrário do que acontece na cosmologia do big bang, a entropia do universo mantém-se *constante*, pelo que há sempre energia disponível com a necessária qualidade para gerar complexidade.

f. *determinismo versus indeterminismo, necessidade versus contingência, teleologia versus causalidade eficiente*

Quer a criação do universo, no quadro do big bang, quer a criação contínua de matéria, no quadro do steady-state, são tidas como processos quânticos, pelo que não podem ser vistas como fenómenos deterministas mas, pelo contrário, como eventos regidos pelo princípio da incerteza, pelo *indeterminismo* quântico. Mas, para lá desta propriedade indeterminista comum, há diferenças significativas que importa assinalar.

A propósito do quantum inicial, Lemaître considerou, como vimos, que este «poderia não conter em si mesmo o curso inteiro da evolução», deixando ao universo a possibilidade de uma história «escrita etapa a etapa»¹⁹³, com lugar para a *contingência* mais do que para a *necessidade* (ou, pelo menos, com espaço para um jogo aberto, de resultados imprevisíveis, entre necessidade e contingência). No quadro do estado estacionário, por seu lado, a história cósmica também pode ser escrita etapa a etapa, no que se refere à evolução local de que já falámos (evolução para a complexidade envolvida na formação de entidades astronómicas e biológicas), pois nada há na criação contínua de matéria que obrigue a que a evolução no plano astronómico e no plano biológico seja determinada à partida.

Contudo, no estado estacionário, a cosmogonia de base é repetitiva, ou seja, a criação de matéria está continuamente a acontecer e introduz no universo matéria sempre igual, o que confere ao universo uma reprodutibilidade cosmogónica muito previsível e em certo sentido muito *determinista*.

Na verdade, o indeterminismo quântico pode encontrar-se na criação contínua de matéria, na medida em que se trata de um processo quântico, sendo impossível prever com precisão quando e onde aparecerá nova matéria; mas num certo momento, num

¹⁹³ Lemaître, Abbé G. (1931b), p. 706.

certo ponto do espaço, acabará *necessariamente* por surgir matéria e *necessariamente* matéria de um determinado tipo (um átomo de hidrogénio ou uma das duas outras possibilidades propostas por Bondi e Gold). Em larga escala e ao longo do tempo, o universo tem um comportamento cosmológico *determinista e necessário*.

Assim, neste jogo entre determinismo e indeterminismo, entre necessidade e contingência, a teoria do estado estacionário preconiza uma cosmogonia mais determinista do que indeterminista, com mais necessidade do que contingência, ao contrário da cosmologia do big bang.

Por outro lado, se considerarmos que a criação contínua de matéria acontece para assegurar o carácter estacionário do universo, podemos reconhecer neste processo uma certa *teleologia* (causalidade final), por oposição a uma simples *causalidade eficiente*. Esta natureza teleológica da criação contínua é especialmente clara na formulação de Bondi e Gold, na medida em que tudo acontece no sentido de garantir a validade do princípio cosmológico perfeito. Quanto a Friedmann, Lemaître ou a Gamow, nada há nos seus textos que aponte no sentido teleológico – a criação, no quadro do big bang, não aconteceu para assegurar o que quer que fosse.

g. *perfeição versus imperfeição*

O princípio cosmológico perfeito, enunciado por Bondi e Gold, explicita no seu próprio nome o thema da *perfeição*. O que, na sua perspectiva, torna perfeito aquele princípio é o facto de, para além de as leis físicas serem espacial e temporalmente imutáveis, também ser imutável o aspeto do universo (ou seja, a sua forma). O que equivale, implicitamente, a classificar como *imperfeita* a visão não estacionária da cosmologia do big bang.

O thema da perfeição, que pode ser de natureza metafísica ou estética, parece ser essencialmente estético na matriz thematica do artigo de Bondi e Gold. De facto, estes autores propõem o seu princípio cosmológico no mesmo artigo em que, por diversas vezes, falam de questões estéticas e precisamente algumas linhas depois de denunciarem o que consideram ser «juízos estéticos» logicamente infundados, como a

assunção da universalidade espaço-temporal das leis físicas, que reconhecem como uma «filosofia intelectualmente agradável»¹⁹⁴.

Alargado ao aspeto do universo, tomando-o como invariável ao longo do tempo, o princípio cosmológico coloca a perfeição na imutabilidade, na permanência, na conservação da forma. Mas se, em larga escala, o universo é imutável, à escala local e regional continua a sofrer transformações diversas. O princípio cosmológico perfeito retoma assim, de outra forma, a crença que no passado opôs o mundo supralunar, imutável e por isso perfeito (ou perfeito e por isso imutável), ao mundo infralunar, sujeito à mudança, à degradação. É também esse o entendimento de Dingle, físico e astrónomo inglês com grande interesse em história e filosofia da ciência, que chamou ao princípio cosmológico «a cosmológica assunção» e ao princípio cosmológico perfeito «a cosmológica presunção», considerando que este último tem «precisamente a mesma natureza das órbitas circulares perfeitas e dos céus imutáveis»¹⁹⁵. Isto corresponde a uma cisão do universo em dois: o universo em larga escala, imutável e perfeito, e o universo à escala local e regional, variável e por isso imperfeito, o que é uma clara rutura com o thema da unidade (ontológica) do universo e um retorno a antigas concepções.

Mais ainda do que Bondi e Gold, também Hoyle recorre a referências estéticas, quer no artigo aqui analisado (apesar de optar pelo termo *amplo* em vez de *perfeito*, para designar o princípio cosmológico), quer noutros textos posteriores¹⁹⁶.

Ora, em Friedmann, Lemaître ou Gamow não há referências explícitas ao thema da perfeição ou outras referências estéticas. Apenas o entusiasmo com que Lemaître fala da simplicidade e da unidade iniciais preconizadas pela sua teoria do átomo primitivo, teoria capaz, segundo o próprio, de «dar conta de toda a complexidade do mundo atual» através de «uma só hipótese»¹⁹⁷, permite vislumbrar alguma crença deste autor numa certa perfeição da sua imagem não estacionária do universo.

Contudo, ainda que de forma nada explícita nos textos analisados, a cosmologia do big bang está, no seu conjunto, imbuída do thema da perfeição, pelo fulgor com que retoma

¹⁹⁴ Bondi, H. e Gold, T. (1948), p. 253.

¹⁹⁵ Citado por Kragh, Helge (1996), p. 226.

¹⁹⁶ Cf., por ex., Hoyle, F. (1949), pp. 365-371.

¹⁹⁷ Lemaître, Georges (1997b), p. 262.

a ideia de circularidade, ou, em termos holtonianos, o thema da *primazia da circunferência*, tradicionalmente tida como figura perfeita. Na verdade, embora na cosmologia do steady-state a circularidade também esteja presente, não apenas pela curvatura do espaço e pela expansão em todas as direções, mas também pela ideia de universo observável (que mais não é do que uma gigantesca esfera em cujo centro nos encontramos, uma vez que, ao observarmos o universo em todas as direções, o varrimento e o alcance da nossa observação criam uma esfera de visão), é na cosmologia do big bang que o thema da circularidade se manifesta com toda a fulgurância. E isso acontece porque, além das razões comuns à circularidade presente no steady-state, a ideia de explosão a partir de um ponto ou a partir de um volume minúsculo de matéria altamente concentrada (qual microesfera que se expande rapidamente em todas as direções), associada à possibilidade de um universo finito e fechado sobre si próprio (ainda que ilimitado e sem centro), condiciona facilmente a nossa imaginação no sentido da esfera (ainda que uma esfera transfigurada, com mais do que três dimensões, sem superfície de fronteira e sem centro).

A cosmologia do big bang inscreve-se fortemente na longa tradição de recorrer à circunferência, ao círculo e à esfera para representar o universo. Podemos dizer, metaforicamente, que a cosmologia do big bang surgiu prenhe de circularidade, pronta a explodir com toda a sua fulgurância na nossa imaginação e na representação que fazemos do universo. Veremos isso com mais acuidade no capítulo final. Para já, notemos que, pela circularidade, o thema da perfeição integra-se implicitamente na cosmologia do big bang. De facto, ao longo da história, e como recorda Olga Pombo,

(...) o círculo é a forma mais simples, a mais perfeita e mais bela, a figura primeira da harmonia e do equilíbrio.¹⁹⁸

Como veremos, é razoável admitir que o sucesso da cosmologia do big bang não é alheio a esta velha mas sempre renovada sedução da circularidade – ou, como diria Holton, a este «feitiço da circularidade»¹⁹⁹.

¹⁹⁸ Pombo, Olga (2012), p. 13.

¹⁹⁹ Holton, Gerald (1998a), p. 101.

h. *unidade versus multiplicidade*

A homogeneidade, associada ao princípio cosmológico copernicano, que ambas as cosmologias aceitam, confere ao universo uma profunda *unidade* ontológica que é, no fundo, aquilo que dá sentido à palavra *universo*.

Na cosmologia do big bang, essa unidade é reforçada na medida em que tudo está ligado a uma origem comum, de que tudo resulta, ao contrário do que acontece na cosmologia do estado estacionário, que neste aspeto não consegue assegurar unidade ao universo. Aliás, certos autores, como McVittie, atribuíram à cosmologia do estado estacionário uma forte fragilidade quanto a uma visão unificada do universo²⁰⁰.

Quanto à *multiplicidade*, também está presente em ambas as cosmologias com grandes diferenças. Na cosmologia do big bang, a multiplicidade resulta de uma *unidade* inicial (quantum inicial ou Ylem) e da evolução por condensação da matéria e diversificação ocorridas na formação de estruturas astronómicas e entidades biológicas, enquanto na cosmologia do estado estacionário, pelo contrário, a multiplicidade não resulta de uma unidade inicial.

Na verdade, a criação do universo é um acontecimento caracterizado pela *unidade*: unidade em *sentido ontológico*, na medida em que todo o universo está então concentrado num só quantum inicial ou no Ylem; e unidade no *sentido fenomenológico*, ou seja, enquanto acontecimento único, irrepetível, enquanto acontecimento a que corresponde um estatuto de unicidade na história do universo. Pelo contrário, a criação de matéria num universo estacionário, enquanto fenómeno continuamente repetido, caracteriza-se pela *multiplicidade: ontológica*, porque são criadas múltiplas partículas dispersas pelo universo; *fenomenológica*, porque ocorre em múltiplos acontecimentos que se sucedem continuamente ao longo do tempo.

i. *constância versus constância*

²⁰⁰ Cf. Kragh, Helge (1996), p. 222.

O thema da *constância* é fundamental em ambas as cosmologias, mas usado de formas muito divergentes.

Na cosmologia do big bang o universo conserva a homogeneidade, a isotropia e a uniformidade ao longo do tempo, apesar da expansão. As leis físicas são dotadas de universalidade espaço-temporal, ou seja, também se mantêm contantes não apenas ao longo de todo o espaço cósmico mas também ao longo do tempo. Além disso, também a massa/energia total se mantém constante, de acordo com o clássico princípio de conservação da massa/energia; apenas a densidade de massa/energia varia com a expansão, diminuindo, o que equivale à mudança de aspeto do universo em larga escala.

Mas na cosmologia do estado estacionário, se a homogeneidade, a isotropia, a uniformidade e as leis físicas se mantêm constantes, o jogo inverte-se no que se refere à massa/energia: a sua densidade mantém-se constante ao longo do tempo (o que equivale à constância do aspeto do universo em larga escala), mas a sua quantidade só se mantém constante se considerarmos o «universo observável», ou seja, um volume de universo que um determinado observador pode observar, numa reformulação do princípio da *conservação* da massa/energia. À escala do universo, a constância da quantidade de massa/energia é sacrificada como preço a pagar por se preferir a constância da sua densidade e do aspeto do universo.

Ou seja: tal como já vimos no caso da criação, o mesmo thema aplicado aos mesmos atributos do universo (neste caso, a constância aplicada à *quantidade* de massa/energia e à *densidade* de massa/energia) produz resultados e visões do universo completamente diferentes, uma vez que aqueles atributos são diferentemente valorizados numa e noutra cosmologia, ocupando posições inversas na hierarquia de valor: na cosmologia do big bang é mais importante defender a conservação da quantidade, enquanto na cosmologia do estado estacionário importa acima de tudo defender a conservação da densidade.

Notemos ainda que num universo estacionário, e como já atrás observámos, a entropia não aumenta, pelo que devemos considerar também esta outra constância, a constância da entropia, que não se verifica num universo não estacionário.

j. *simplicidade versus simplicidade*

Tal como acontece com a constância, também o thema da *simplicidade* é considerado de forma bastante diferente nas duas cosmologias.

Na cosmologia do big bang, a maior simplicidade encontra-se na situação inicial do universo: um só quantum, um só átomo primitivo, o *Ylem*, concentrando toda a massa (energia) do universo que conhecemos. A esta simplicidade ontológica do mundo corresponde uma simplicidade epistemológica da cosmologia (aqui também cosmogonia). Como afirma Steven Weinberg: «o universo nunca mais voltará a ser tão simples e tão fácil de descrever»²⁰¹.

Vimos como Lemaître se mostrou satisfeito com a capacidade da sua teoria para «dar conta de toda a complexidade do mundo atual» através de «uma só hipótese»²⁰². Esta parcimónia, sinónimo de simplicidade epistemológica mas também ontológica, está igualmente bem patente nesta outra passagem do cosmólogo belga:

Devemos concluir: não consigo sem dúvida fazer melhor do que repetir, parafraseando-a, a afirmação de KANT: «Deem-me um átomo e dele farei o universo».²⁰³

Por seu lado, a *simplicidade* é também uma preocupação da cosmologia do estado estacionário. Isso é bem claro na teoria da criação contínua da matéria, ou seja, no plano cosmogónico daquela cosmologia, quanto às possibilidades apresentadas como correspondendo ao «mais simples material de construção»²⁰⁴:

- (iv) Protões e eletrões, criados separadamente mas em idênticas (ou muito idênticas) taxas. (...)
- (v) Neutrões. (...)
- (vi) Átomos de hidrogénio.²⁰⁵

²⁰¹ Weinberg, Steven (1987), p. 119.

²⁰² Lemaître, Georges (1997b), p. 262.

²⁰³ Lemaître, Georges (1972), p. 146.

²⁰⁴ Bondi, H. e Gold, T. (1948), p. 267.

²⁰⁵ Ibid., p. 267.

Ou seja: o thema da simplicidade é aplicado em ambas as cosmologias à questão da criação, mas com significados muito diferentes, porque a criação tem significados muito diferentes numa e noutra cosmogonia.

k. *vazio versus pleno*

A cosmologia do big bang prevê que, com a expansão, e caso o universo seja não oscilante, a densidade de matéria do mesmo diminua continuamente, tendendo para zero (embora nunca atinja esse valor) à medida que o tempo tende para infinito. Isso significa que, de uma situação inicial de extrema densidade correspondente a um *pleno* absoluto ou quase (gás de neutrões em estado de máxima compressão possível), o universo tenderá inexoravelmente para uma situação de *vazio*.

Friedmann e Lemaître, recordemos, não apreciavam o modelo de de Sitter por ser sempre *vazio* de matéria mas, paradoxalmente, acabaram por criar uma cosmologia em que, não sendo *vazio*, o universo tende talvez irreversivelmente para o *vazio*.

Ressalvemos que não precisamos de aguardar por um futuro longínquo para reconhecer que a maior parte do espaço cósmico é *vazio*, encontrando-se a matéria pulverizada uniformemente na forma de agregados (galáxias) que são minúsculos quando comparados com todo o vasto espaço desocupado. Significa isto que, em certo sentido, o *vazio* domina claramente no universo. Mas também não é menos verdade que em cosmologia, seja do big bang seja do estado estacionário, a matéria do universo é tratada como um fluido termodinâmico tipo gás, em que as galáxias correspondem a partículas uniformemente distribuídas no espaço, e, assim, tal como acontece com um gás num recipiente, a matéria do universo ocupa todo o espaço disponível. Portanto, num outro sentido (termodinâmico), e considerando a questão em larga escala, o universo é *pleno* de matéria.

Ora, mantendo-se em estado estacionário, o universo não tende para o *vazio* previsto pela cosmologia do big bang. Pelo contrário, mantém-se sempre *pleno* (no sentido termodinâmico do termo) devido à contínua criação de matéria.

Por tudo o que acabamos de ver, há profundas diferenças e mesmo autênticas oposições *thematicas* entre a cosmologia do big bang e a cosmologia do estado estacionário. Nalguns casos, cada uma das duas cosmologias identifica-se com um *thema* de um par *thematico* enquanto a outra se identifica com o respetivo *thema* oposto; noutros casos, não há oposição *thematica*, isto é, não há uma disputa entre *thema* e *antithema*, mas antes uma diferente utilização do mesmo *thema* por parte de cada uma das cosmologias.

Podemos dizer que os *themata* (pelo menos, a criação, a constância e a simplicidade) são dotados de uma certa *elasticidade*, querendo isto dizer que podem ser usados de diferentes formas, em diferentes hierarquias e relações *thematicas*, podendo conduzir a resultados e ideias profundamente diferentes consoante os usos de que são objeto. Por exemplo, vimos o *thema* da constância aplicado a outros *themata*, nomeadamente a homogeneidade, a isotropia e a uniformidade, e verificámos que isso não implica qualquer diferença entre a cosmologia do big bang e a do estado estacionário. Mas quando o mesmo *thema* da constância é aplicado por ambas as cosmologias à quantidade de massa/energia e à densidade de massa/energia (esta segunda correspondente ao aspeto do universo em larga escala), e quando é aplicado apenas por uma das cosmologias à entropia, as divergências entre uma e outra cosmologia são abissais como consequência das diferentes valorizações atribuídas à quantidade e à densidade. Ora, os mesmos sentidos divergentes acontecem nos outros casos assinalados (criação e simplicidade).

Verificamos então que o facto de não haver *oposição thematica* (*thema* contra *antithema*) mas *elasticidade thematica* não significa que as diferenças no final sejam menos relevantes do que nos casos de oposição *thematica*. Muito pelo contrário, os casos assinalados e analisados mostram-nos com muita clareza que tanto a oposição *thematica* como a elasticidade *thematica* podem colocar duas teorias ou dois conjuntos de teorias em situação de completa incompatibilidade conceptual, como é o caso da cosmologia do big bang e da cosmologia do estado estacionário.

Esta elasticidade *thematica* corresponde ao que outros autores já identificaram como ambiguidade no uso das mesmas determinações metafísicas como argumentos para

defender ideias diferentes ou mesmo opostas em cosmologia, como se vê neste exemplo assinalado por Kragh:

A ambiguidade no apelo a princípios meta-científicos como unidade e simplicidade está claramente ilustrada no debate cosmológico. Enquanto Sciama via o modelo do steady-state como proporcionando uma imagem do mundo unificada – a *Unity of the Universe*, como era o título do seu livro de 1959 – McVittie usou argumentos similares para descartar a teoria. De acordo com McVittie, a teoria do steady-state era “não científica” porque violava uma descrição unificada do universo.²⁰⁶

Notemos que, no exemplo citado, a ambiguidade no uso de «princípios meta-científicos», que na nossa abordagem holtoniana mais não são do que *themata*, refere-se à adesão ou à rejeição de teorias. Mas nos casos de elasticidade *thematica* que vimos (relativos a criação, constância e simplicidade), a ambiguidade (nos termos de Kragh), ou elasticidade *thematica* (nos termos que proponho), refere-se à própria construção das teorias. Os *themata* funcionam como ferramentas (conceptuais, metodológicas ou proposicionais) disponíveis numa espécie de caixa de ferramentas que cada cientista usa de maneira própria ou partilhada pela comunidade em que se inscreve, criando teorias e imagens do mundo diferentes das de outros cientistas ou comunidades que recorrem às mesmas ferramentas mas de outras maneiras.

²⁰⁶ Kragh, Helge (1996), p. 222.

II.6. Big Bang versus Steady-State

- uma disputa *thematica*

1. um significado dual do conceito de *cosmologia*?

Helge Kragh começa assim o prefácio à sua obra *Cosmology and Controversy – the historical development of two theories of the universe*:

Como objeto de especulação e de pensamento filosófico, muitas vezes integrada com ideias religiosas e míticas, a cosmologia é tão antiga como a humanidade. A prática deste tipo de cosmologia – tratando da visão do mundo no sentido mais lato possível – pode até ser considerada como estando perfeitamente integrada com as características mentais básicas da espécie humana que nos definem como seres humanos. (...) Apesar de o estudo científico do universo [cosmologia científica] não poder talvez ser inteiramente separado do outro sentido de “cosmologia” – o sentido vago de visão do mundo – é importante conhecer o significado dual do termo “cosmologia” e as diferenças entre os dois sentidos.²⁰⁷

Vemos aqui uma tentativa de depurar o significado do termo *cosmologia*, distinguindo um sentido científico de um sentido especulativo que Kragh considera estar por vezes integrado em visões do mundo míticas e religiosas. Kragh defende que ambos os sentidos estão ligados, de tal forma que, no primeiro sentido, a cosmologia teria igualmente algo do segundo, mas alerta para a importância do conhecimento das diferenças entre os dois.

Segundo Kragh, a cosmologia conseguiu alcançar o estatuto de ciência no século XX, em resultado da sua ligação à física, nomeadamente à teoria da relatividade:

No relativamente breve período que vai desde aproximadamente 1920 até 1970, a cosmologia mudou dramaticamente, sobretudo como resultado do conhecimento adquirido a partir da teoria da relatividade geral de Einstein. A cosmologia estabeleceu-se como ciência, não apenas ao desligar-se da religião e da filosofia (ainda que não

²⁰⁷ Kragh, Helge (1996), p. ix.

completamente), mas também ao deixar de ser uma ciência predominantemente matemática para se tornar uma ciência física.²⁰⁸

No entanto, segundo o autor, tal não implicou um corte, uma verdadeira rutura com a religião, a filosofia, a ideologia e mesmo com os contextos políticos e tecnológicos. Pelo menos no que à cosmologia diz respeito, Kragh é um externalista quando escreve:

Uma compreensão adequada [da cosmologia] deveria exigir uma constante atenção a áreas exteriores à cosmologia científica, tais como os contextos filosóficos e religiosos (mas também contextos da política, da ideologia e da tecnologia).²⁰⁹

Ou seja, a ciência é uma atividade profundamente integrada na cultura, seja na sua história, seja no seu contexto epocal. O que, todavia, não impede Kragh de demarcar uma «cosmologia científica», nascida com a relatividade, de outra não científica, antiga e de «sentido vago».

Recordemos que, do ponto de vista thematico, as ligações da ciência a áreas não científicas são fortemente potenciadas pela transversalidade e pela longevidade dos themata e, portanto, uma compreensão da cosmologia tendo em atenção ligações contextuais e raízes históricas deve também ter em atenção estas características dos themata. Aliás, do ponto de vista thematico, e na linha de Holton, não há lugar para cisões analíticas tão marcadas como a de Kragh, facilmente tendenciosas para o lado de uma cientificidade supostamente liberta de questões que este autor considera pertencerem ao território «vago» das visões do mundo.

Pelo contrário, do ponto de vista thematico, o «estudo científico» do universo não pode ser separado daquilo a que Kragh chama «sentido vago» de cosmologia, esse sentido que se relaciona com visões do mundo e que mexe com conceções e convicções pessoais ou coletivas. Melhor: do ponto de vista thematico, a cosmologia científica integra aqueles dois sentidos, ainda que o segundo possa não ser tão explícito ou assumido pelos cientistas, pelo que, em ciência, não há razão para se falar em significado dual do termo *cosmologia*.

²⁰⁸ Ibid., p. ix.

²⁰⁹ Ibid., p. x.

2. uma oposição thematica milenar

As cosmologias do big bang e do steady-state protagonizaram uma apaixonada controvérsia que durou algumas décadas. Mas, segundo Holton, esta controvérsia inscreve-se numa longa tradição:

(...) a antiga e maior *oposição* à cosmologia evolucionária [em que se inscreve a cosmologia do big bang], nomeadamente a tradição de Parménides, tem o seu equivalente atual na teoria do “steady-state” da cosmologia.²¹⁰

Trata-se de uma oposição muito antiga, mesmo milenar, entre uma visão evolucionária do mundo e uma visão estacionária, a primeira associada a Heráclito e a segunda a Parménides. Também Jacques Merleau-Ponty, na sua obra de referência *Cosmologie du XX^e siècle*, defende:

Diremos que o problema das origens do mundo e o do fim dos tempos são tão velhos como a civilização e que, apesar de Parménides e dos seus ilustres herdeiros, a Heráclito nunca faltaram discípulos.²¹¹

Temos assim...

...dois grandes e persistentes temas na cosmologia do pós 1920, nomeadamente o universo estacionário e evolucionário; ou antes, um universo com idade infinita e um universo com um início no tempo. Estes dois temas podem ser seguidos para trás no tempo (...).²¹²

Estes dois temas – ou melhor, estes dois themata, na perspetiva holtoniana – polarizam desde a antiguidade grega (pelo menos) duas conceções opostas de universo. São oposições que persistem no tempo porque são respostas a questões fundamentais sobre o mundo que nunca tiveram, nem porventura alguma vez terão, uma resolução definitiva. É esse o sentido das palavras de Holton quando diz:

²¹⁰ Holton, Gerald (1975), p. 45.

²¹¹ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 300.

²¹² Kragh, Helge (1996), p. xi.

Assim as questões persistem (por exemplo, as que se referem à possibilidade de algumas “coisas fundamentais”, de evolução, de estrutura, de infinitos espaciais e temporais). E as escolhas entre soluções alternativas para os problemas também persistem.²¹³

Afirmar que «as questões persistem» equivale a dizer que também persistem os *themata* nelas envolvidos (como, por exemplo, evolução e infinito); afirmar que «as escolhas alternativas para os problemas também persistem» equivale a dizer que as questões envolvem sempre as mesmas oposições *thematicas* (como, por exemplo, evolução/estado estacionário, finito/infinito).

Estamos, de facto, perante questões difíceis que envolvem dificuldades teóricas e experimentais imensas e porventura inultrapassáveis. Nesse sentido, as questões fundamentais acerca do universo convocam possibilidades de resposta fundadas em preferências e oposições, mesmo entre os cosmólogos. É o que defende Merleau-Ponty (não em termos *thematicos*, porque a sua abordagem não é essa), quando assinala que, no século XX, as respostas a importantes questões cosmológicas de difícil resposta foram conduzidas pelas «incertezas da opinião e da crença»²¹⁴. A esse propósito, pergunta mesmo, num misto de espanto e de sensação de inevitabilidade:

Como responder a tais questões de outra forma que não seja a preferência pessoal?²¹⁵

A provar e a ilustrar esta ideia, são muito significativas as palavras de Fred Hoyle, o maior e mais persistente dos opositores à ideia do big bang, que ele próprio batizou:

Esta ideia de big bang pareceu-me insatisfatória mesmo antes de um exame detalhado ter revelado que conduz a sérias dificuldades.²¹⁶

Hoyle assume aqui com grande franqueza que a sua má impressão acerca do big bang precedeu qualquer análise científica, ou seja, qualquer análise detalhada e objetiva das virtudes e fragilidades da teoria, fosse no plano teórico ou no plano experimental. Trata-se claramente de uma atitude *thematica*, muito pessoal, uma atitude de negação e de

²¹³ Holton, Gerald (1975), p. 45.

²¹⁴ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 107.

²¹⁵ Cf. *Ibid.*, p. 107.

²¹⁶ Hoyle, Fred (1952), p. 94.

antítese sem claro fundamento lógico ou epistemológico, relativamente à qual podemos dizer, como Merleau-Ponty:

a preferência do físico pela antítese [à ideia de uma origem singular do universo] não tem portanto uma justificação bem sólida; não é mesmo epistemológica, propriamente falando; seria antes ética e releva quase da sua higiene mental.²¹⁷

Para Merleau-Ponty, a pesquisa cosmológica iniciada com a relatividade geral abrigou visões muito pessoais, relativamente à ciência e à natureza:

Assim, no quadro do Universo tal como o vê a Cosmologia relativista de 1930, a Cosmologia de Friedmann, há traços extremamente nítidos e impressionantes lado a lado com outros irritantemente vagos, que cada autor se sentia mais ou menos tentado a precisar, projetando aí a sua própria filosofia da ciência ou da natureza (...).²¹⁸

Sendo um território especialmente aberto a projeções pessoais deste género, a cosmologia permitiu disputas que ocorreram não apenas no plano teórico e no plano experimental, que são tradicional e canonicamente considerados científicos, mas também, e muito intensamente, num outro domínio, tradicional e canonicamente considerado não científico, o domínio das motivações e opções filosóficas (especialmente estéticas e metafísicas), assim como das motivações e opções religiosas e até políticas.

Ora, este outro domínio mais não é do que o eixo *thematico* da ciência: um domínio carregado de valores, crenças, ideias orientadoras, filias e fobias, que, mais ou menos conscientemente, mais ou menos assumidamente, mais ou menos explicitamente, condicionam o trabalho individual e coletivo dos cientistas.

A meu ver, estamos perante um bom exemplo do que é a dimensão *thematica* e da sua aderência interna ao trabalho científico. Se a disputa envolveu apaixonadamente os próprios cientistas, se a disputa promoveu desenvolvimentos cosmológicos e se esteve carregada de elementos *thematicos*, como é possível classificar estes elementos como não científicos? Tendo sido tão mobilizadores para as reações e para as propostas dos cientistas, ou seja, tendo sido tão importantes, talvez mesmo determinantes, na

²¹⁷ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 343.

²¹⁸ *Ibid.*, p. 106.

construção de teorias e na aceitação ou rejeição de teorias científicas, os *themata* envolvidos alimentaram fortemente a controvérsia, dinamizaram a atividade científica e, nesse sentido, são membros de pleno direito do território científico cosmológico. Quer isto dizer que a filosofia, a religião e a política não são ciência, é óbvio, mas os *themata* que arrastam consigo convocam para a atividade científica preferências e oposições, teses filosóficas, crenças religiosas ou opções políticas que acabam por fazer parte da ciência. É esse o sentido, amplo, da visão *thematica* aplicada à ciência.

3. *criação*, o grande *thema* fraturante

Vimos que Friedmann utilizou pela primeira vez a expressão «criação do universo» no artigo científico de 1922 em que admitiu a possibilidade de o universo ter iniciado a sua expansão a partir de um raio inicial nulo²¹⁹, tendo até apresentado fórmulas para o cálculo da sua idade.

Também vimos que a ideia de criação do mundo aparece pontualmente no seu texto de divulgação, sob a forma de referências religiosas, especialmente bíblicas. O primeiro capítulo do livro começa com uma epígrafe que se refere a uma passagem da Bíblia (*Ele criou todas as coisas segundo a medida e o número*, Livro da Sabedoria, 11:20)²²⁰. Mas a referência mais significativa encontra-se nesta passagem, que vale a pena recordar:

Isto [os modelos de universo variável] faz lembrar certas concepções mitológicas dos Hindus relativas aos «ciclos de existência»; poderíamos igualmente falar de uma *criação do mundo a partir do nada* [II Livro dos Macabeus, 7;28]. Mas tudo isto deve apenas ser tido a título de curiosidade (...).²²¹

Convém assinalar que Friedmann, sendo o primeiro cientista a tratar a ideia da criação do universo em termos puramente científicos, nomeadamente em termos físico-matemáticos, introduz, no seu artigo de 1922, a expressão *criação do universo* num cenário inteiramente natural e nunca como reconhecimento de uma ação criadora realizada por alguma entidade sobrenatural. Mas a sua teoria, ao atribuir ao universo

²¹⁹ Friedmann, Alexandre (1997), p. 275.

²²⁰ Ibid., p. 108. *Porém, dispusestes tudo com medida, número e peso*. Livro da Sabedoria, 11:20, *Bíblia Sagrada* (1986).

²²¹ Friedmann, Alexandre (1997), p. 206. *Itálico original*.

um início sem qualquer dimensão, facilmente evocou a ideia de criação do mundo a partir do nada por intervenção de uma entidade sobrenatural. Ainda que assumida como simplesmente «a título de curiosidade», tal como a evocação dos ciclos de existência hindus, compreende-se assim a evocação friedmanniana do conceito judaico-cristão de criação.

E a simples verbalização desta «curiosidade» num texto cosmológico contribui, ainda que involuntariamente, para manter a religião no campo da cosmologia, possibilitando mesmo uma certa sugestão de que a ciência cosmológica corrobora antigas crenças cosmogónicas religiosas.

Friedmann, cristão ortodoxo, acaba o seu livro citando alguns versos dirigidos a Deus (e que fazem parte de um livro do poeta russo Gavriil Romanovitch precisamente intitulado *Deus*), o que reforça qualquer eventual leitura que associe a sua cosmologia à cosmogonia judaico-cristã. E, do ponto de vista thematico, tal leitura é perfeitamente legítima: o thema da criação é comum a uma e outra, pelo que, thematicamente, estão ligadas.

Quanto a Lemaître, vimos que retirou deliberadamente do texto para publicação o último parágrafo do artigo «O princípio do universo do ponto de vista da física quântica», pelo que o artigo publicado não contém a totalidade do respetivo manuscrito²²². Recordemos o parágrafo não publicado:

Penso que todos os que acreditam num ser supremo que sustenta cada ser e cada ato acreditam também que Deus se encontra essencialmente escondido e podem regozijar-se ao ver como a física atual fornece um véu que esconde a criação.²²³

Este parágrafo e a posterior decisão de Lemaître de não o publicar são profundamente significativos do ponto de vista thematico. Por um lado, o parágrafo revela claramente a crença religiosa num Criador divino do universo, um *universo criado e real*, dotado de *natureza teologicamente dependente*, velhos themata absolutamente incontornáveis em alguém que é padre católico; revela igualmente que este homem cientista não está

²²² Apenas posteriormente acessível, nos arquivos da Universidade de Louvain. Cf., por ex., Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 68.

²²³ In Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 68, Kragh, Helge (1996), pp. 48-49, e Lambert, Dominique (1999), pp. 97-98.

desligado do homem religioso, sendo Lemaître uma pessoa que integra sem problemas a visão científica e a visão religiosa numa visão global. Por outro lado, a decisão de não publicar o parágrafo revela que Lemaître se preocupou em “separar as águas”, evitando, ou tentando evitar, que um thema como o da *natureza teologicamente dependente* se revelasse no conhecimento científico produzido por si.

A escrita e a posterior decisão de não publicar (sem, contudo destruir o manuscrito, que viria a ser conhecido e comentado postumamente) revelam, em conjunto, uma luta pessoal cuja intimidade Lemaître quis manter fora das suas publicações científicas. Este caso é um bom exemplo concreto de ciência privada e das relações entre esta e a ciência pública, um bom exemplo concreto do que Holton afirma:

Os cientistas modernos tentam manter as suas lutas pessoais fora dos resultados que publicam e dos seus manuais.²²⁴

O esforço, reconhecido por diversos autores²²⁵, que Lemaître sempre manifestou no sentido de evitar associações entre a sua cosmologia e a cosmogonia judaico-cristã, está bem patente num texto de 1958, «L’Hypothèse de l’atome primitif et le problème des amas des galaxies», onde Lemaître explica o que considera ser «o fundo filosófico da hipótese do Átomo Primitivo»²²⁶, que veremos mais adiante.

Entretanto, convém notar que Lemaître assinava os seus artigos científicos como Abbé G. Lemaître (Abade/Padre G. Lemaître)²²⁷ e não é indiferente um cientista assinar apenas com o seu nome ou com o título Abée a anteceder o seu nome. A assinatura *Abbé G. Lemaître*²²⁸ transporta para a ciência pública um elemento estranho, um elemento religioso que normalmente, já naquela época, não deveria caber num texto científico. Uma simples palavra (*Abbé*) faz toda a diferença. Sobretudo quando os artigos científicos do Abbé Lemaître tratam de questões cosmológicas fundamentais como o

²²⁴ Holton, Gerald (1998a), p. 96.

²²⁵ Cf., por exemplo, Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 68, Kragh, Helge (1996), pp. 48-49, e Lambert, Dominique (1999), pp. 97-98.

²²⁶ Lemaître, Georges (1972a), p. 9.

²²⁷ É de notar que há traduções e reproduções destes artigos (por exemplo, em coletâneas de textos cosmológicos originais) que substituem a assinatura *Abbé G. Lemaître* por apenas *G. Lemaître*. Cf., por exemplo, a coletânea de textos *Essais de Cosmologie* organizada e anotada por Jean-Pierre Luminet: Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997).

²²⁸ Itálico meu.

início e a evolução do universo, que facilmente convocam conceitos com forte conotação religiosa como *criação*.

Esta presença do foro pessoal e, mais do que isso, esta presença do foro religioso, através da sua assinatura, acaba por trair o esforço de “separação de águas” assumido de outras formas e noutras ocasiões por Lemaître. Aliás, até mesmo em textos científicos outros cosmólogos se referiram a Lemaître como Abbé Lemaître. É o caso de Eddington, grande divulgador das ideias de Lemaître, que logo na segunda frase de um importante artigo de 1930 publicado no *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, «On the Instability of Einstein’s Spherical World», refere o artigo do Abbé G. Lemaître de 1927²²⁹.

Difícilmente passaria despercebido o facto de haver um cientista padre (ou um padre cientista) a defender, no plano cosmológico, a origem do universo num passado remoto. E realmente tal facto não passou despercebido, nem aos simpatizantes da ideia nem aos seus opositores, como mostrariam diversos desenvolvimentos posteriores, nomeadamente toda a controvérsia que envolveu a cosmologia nas décadas seguintes.

A raiz da controvérsia reside no facto de a cosmologia de Friedmann e de Lemaître ser uma cosmologia evolutiva, uma cosmologia do devir, o que convoca, segundo Merleau-Ponty, a ideia da origem:

Na presença do devir, a ideia de começo e de fim, a de causalidade, impõem-se muito naturalmente e, se se trata do devir da natureza, o movimento mais natural do pensamento é aquele que remonta até à origem.²³⁰

Ora, esse «movimento natural do pensamento até à origem» trouxe para primeiro plano um velho conceito até então habitualmente arredado do estudo científico do mundo, o conceito de *criação*. Afirmar Merleau-Ponty:

A possibilidade e a tentação de transgredir as fronteiras da ciência positiva – em todo o caso, a imperiosa necessidade de situar com precisão estas fronteiras – aparecem com esta pesquisa. Raramente se havia imposto tão nitidamente a ideia de que determinados caracteres ontológicos da natureza, nomeadamente a temporalidade,

²²⁹ Cf. Eddington, A. (1930), p. 668.

²³⁰ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 106.

impõem ao conhecimento físico a certeza da sua limitação. O conceito de *criação*, desde há muito tempo esquecido pela filosofia da natureza, surgia novamente nos pensamentos e nos escritos dos cosmólogos.²³¹

O surgimento do conceito de criação na cosmologia do séc. XX é um momento marcante. Recordemos, a esse propósito, o que diz Jean-Pierre Luminet:

Este termo «criação do mundo», uma vez lançado no campo da cosmologia relativista, iria suscitar bastantes turbilhões e mal-entendidos, e bloquear psicologicamente a maioria dos físicos.²³²

Como vimos no capítulo anterior, isto pode ser interpretado, em termos thematicos, como a introdução de um novo thema no estudo cosmológico (e nas ciências da natureza, em geral): o thema da *criação*. Uma situação que agitou fortemente o território da cosmologia científica e cujo impacto viria a sentir-se, não apenas aí, mas também em áreas atentas aos seus desenvolvimentos, como a filosofia, a religião e até a política (como foi o caso da reação do regime materialista soviético)²³³.

Notemos, contudo, que, ao contrário de Friedmann, que parece não ter problemas com a palavra *criação*, Lemaître parece evitá-la a todo o custo. De facto, a palavra *criação* surge nos textos de Friedmann, nomeadamente na expressão «criação do universo»²³⁴ (num artigo científico) e na expressão «criação a partir do nada»²³⁵ (na sua obra para filósofos). Mas, nos textos cosmológicos de Lemaître, aquela palavra apenas aparece no parágrafo que o mesmo suprimiu da publicação do artigo «The beginning of the world...» e numa passagem do texto tardio «L'Hypothèse de l'atome primitif et le problème des amas des galaxies», que veremos a seguir. Recordemos que, no primeiro caso, a palavra foi retirada para que não fosse publicada; quanto ao segundo caso, importa assinalar que a palavra foi utilizada num contexto em que Lemaître se esforça por convencer de que a ideia de criação não cabe na cosmologia do átomo primitivo.

²³¹ Ibid., p. 107.

²³² Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 40.

²³³ Cf. Kragh, Helge (1996), pp. 251-268.

²³⁴ Friedmann, Alexandre (1997), p. 275.

²³⁵ Friedmann, Alexandre (1997b), p. 206.

Lemaître prefere falar sempre em *origine, commencement* ou *conditions initiales* (quando publica em francês)²³⁶ e *beginning* (quando publica em inglês)²³⁷, evitando falar em *création* ou *creation*. Aliás, aquilo que Lemaître chama «o fundo filosófico da hipótese do Átomo Primitivo» não integra, de facto, a ideia de criação. É isso que Lemaître, quase trinta anos após a publicação daquela hipótese, explica ao longo de algumas significativas páginas do texto «L’Hypothèse de l’atome primitif et le problème des amas des galaxies». Nessa passagem, Lemaître começa por defender que, no quadro da física clássica, admitir um começo real do universo seria admitir uma ação sobrenatural:

O ponto de vista clássico consistia num “começo” que podia ser descrito por “condições iniciais” com exatamente o mesmo grau de liberdade das atingidas pela sua evolução. (...)

Um começo real [do ponto de vista da física clássica] não poderia ser introduzido se não por uma espécie de ação sobrenatural (...). Uma tal interrupção era descrita por Laplace como uma “chicotada inicial” e pelo “dedo de Deus agitando o éter” de Jeans.²³⁸

Mas, continua Lemaître, a física quântica permite introduzir a ideia de um começo inteiramente natural:

Agora, o aparecimento da física quântica modificou essencialmente o ponto de vista. O princípio de incerteza abre novas possibilidades à Cosmologia. Qualquer sistema físico, e por consequência o universo, é descrito como um conjunto de “estados” potenciais. (...)

Um estado de entropia mínima seria um estado no qual a energia se encontra condensada em tão poucos pacotes quanto possível [ou seja: um – o átomo primitivo]. Um tal estado seria um começo de multiplicidade a partir do qual a evolução procederia por fracionamento. Seria um “começo natural” no sentido em que não poderia proceder de um começo mais simples.²³⁹

²³⁶ Cf., por ex., Lemaître, Georges (1946), pp. 25, 26, 146, 176.

²³⁷ Veja-se o próprio título do artigo «The beginning of the world from the point of view of quantum physics». Lemaître, Abbé G. (1931b).

²³⁸ Lemaître, Georges (1972a), pp. 6-7.

²³⁹ Ibid., pp. 7-8.

Se o começo do mundo, enquanto estado inicial quântico, é inteiramente natural, isso não significa que seja acessível à física, uma vez que, segundo Lemaître, se situa antes do espaço e do tempo e, portanto, antes de tudo o que a física consegue alcançar. É esse o sentido do que se segue:

Na absoluta simplicidade, nenhum problema físico se coloca. O começo da multiplicidade significa realmente o começo do próprio sentido de toda a noção que comporte um grande número de indivíduos. O Espaço e o Tempo estão entre tais noções. O começo [da multiplicidade] situa-se mesmo antes do começo do espaço e do tempo, que adquirem progressivamente um sentido à medida que a multiplicidade cresce suficientemente. Como o espaço e o tempo são os instrumentos indispensáveis a qualquer noção física, o começo situa-se mesmo antes da Física. É o fundamento inacessível do espaço-tempo.

Uma tal imagem encontra um suporte geométrico natural na singularidade pontual apresentada na teoria de Friedmann (...) que se adapta ao ponto de vista quântico como um começo natural da multiplicidade e do espaço-tempo.

É este o fundo filosófico da hipótese do átomo primitivo.²⁴⁰

Ou seja: ao remontar até à origem do universo, a cosmologia de Lemaître não consegue alcançar o verdadeiro começo, uma vez que esse começo se situa antes de tudo o que se possa estudar pela física. Mas isso não significa que o começo seja um estado sobrenatural; pelo contrário, é um estado cientificamente inacessível mas inteiramente natural. E Lemaître manifesta-se bastante satisfeito com o assegurar da naturalidade do átomo primitivo. É por isso que afirma:

Pessoalmente, considero que uma tal teoria fica inteiramente fora de qualquer questão metafísica ou religiosa. Ela deixa o materialista livre para negar todo o ser transcendente e poder tomar, relativamente ao fundamento do espaço-tempo, a mesma atitude de espírito que pôde adotar para acontecimentos ocorridos em lugares não singulares do espaço-tempo. Para o crente, [a teoria] exclui qualquer tentativa de familiaridade com Deus, tal como a “chicotada” de Laplace ou o “dedo” de Jeans. O que está de acordo com a palavra de Isaías do “Deus Escondido”, escondido mesmo no início da criação.²⁴¹

²⁴⁰ Ibid., p. 9.

²⁴¹ Ibid., pp. 9-10.

Vemos, pois, que Lemaître está bem consciente dos possíveis aproveitamentos religiosos e ideológicos da sua teoria. E, como sabe que tais aproveitamentos poderiam facilmente acontecer, é cuidadoso a desmontar essa possibilidade. Da sua teoria, como diz, tanto o materialista como o deísta podem tirar ilações, mas, apesar disso, a sua teoria é exterior a qualquer um desses aproveitamentos. Isto é, em Lemaître o estudo cosmológico do universo não convoca explicitamente qualquer origem sobrenatural para a unidade inicial (o átomo primitivo). Aliás, nem sequer convoca qualquer origem para o átomo primitivo, detendo-se neste sem possibilidade ou intenção explícitas de ir mais atrás. Qual é a origem do átomo primitivo? Lemaître, enquanto cientista cosmólogo, não responde, deixando a questão da origem, da origem de tudo, da origem dessa unidade inicial, inteiramente em aberto. A cosmologia de Lemaître não é explicitamente uma cosmologia da *criação* do universo *a partir do nada*, mas antes uma cosmologia do *início de uma evolução* (um universo que evolui para a multiplicidade a partir de uma unidade inicial inquestionada). Por isso, se a cosmologia de Lemaître é uma cosmogonia, no sentido em que trata da origem do universo que conhecemos (uma unidade inicial que denomina por átomo primitivo), não é uma cosmogonia completa, no sentido em que deixa sem resposta a questão da origem da unidade inicial.

Contudo, a preocupação de Lemaître em distinguir rigorosamente o estudo científico do universo de toda e qualquer teologia não impediu associações entre a ideia de uma origem do universo e o velho conceito de criação ex nihilo. Retomemos, a esse propósito, esta observação de Merleau-Ponty:

É que para espíritos formados na reverência ou no escárnio dos dogmas judaico-cristãos – ou seja, a quase totalidade dos membros da cidade científica do século XX – a ideia de uma origem do Universo não pode deixar de evocar o conceito da criação *ex nihilo* do mundo que o pensamento antigo e medieval acabou por retirar do confronto das especulações da Filosofia grega com a mitologia bíblica.²⁴²

Em termos thematicos, podemos dizer que isto equivale a reconhecer que um thema com grande longevidade histórica, a criação, em particular a criação *ex nihilo*, esteve bastante presente no contexto cultural em que cresceram e viveram os cientistas fundadores do big bang e do steady-state. É um thema ancestral mas também

²⁴² Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 343.

transversal, capaz de atravessar áreas tão distintas como a filosofia, a religião (ou as oposições à religião) e a ciência. E esse thema, no contexto cultural referido por Merleau-Ponty, não podia deixar de ser trazido para a discussão suscitada pela ideia científica de um começo do mundo. A introdução do thema da *criação* na atividade científica dos cosmólogos é, afinal, uma recuperação thematica do velho conceito de *criação* protagonizada tanto por cosmólogos do big bang como pelos seus opositores.

Ainda que a palavra *criação* não esteja escrita nos textos de Lemaître, a ideia de criação está implicitamente inscrita nas concepções cosmológicas dos mesmos, acabando inevitavelmente por ser evocada. O thema da *criação* está continuamente lá, como um fantasma, invisível mas cuja forte presença se sente. E se dúvidas houvesse quanto a isso, o episódio do parágrafo suprimido por Lemaître é suficientemente esclarecedor (não é difícil para qualquer pessoa ver na hipótese do átomo primitivo de Lemaître «o véu que esconde a criação»). Assim como é especialmente esclarecedora a passagem textual em que Lemaître se refere ao «Deus Escondido, escondido mesmo no início da criação». A «hipótese do átomo primitivo» de Lemaître, tal como a «criação do universo» dos modelos de Friedmann, é, de facto, muito sugestiva quanto à ideia de criação ex nihilo tal como considerada na cosmogonia judaico-cristã. E mais sugestiva se torna por ser apresentada por um cientista que é também padre católico, que assina os seus artigos com um título religioso (*Abbé G. Lemaître*) e que escreve um artigo intitulado «*The beginning of the world...*»²⁴³. É como se Friedmann e Lemaître fossem novos autores bíblicos e a sua cosmologia fosse uma nova versão, uma versão científica e moderna, do livro do Génesis...

Os *themata* são frequentemente implícitos, como sabemos, até podem ser deliberadamente ocultados, como nos mostra o episódio do parágrafo suprimido, mas isso não os arranca dos textos nem os torna menos poderosos, quer como orientadores para quem escreve, quer como evocadores para quem lê. A importância que o thema da criação viria a ter na disputa entre big bang e steady-state, polarizando fortemente o debate, mostra bem como um thema implícito sob alguma forma pode ser imensamente mobilizador.

²⁴³ Itálico meu.

Quanto a Friedmann, cristão ortodoxo assumido, a adoção da palavra *criação* nos seus textos cosmológicos pode ter sido espontânea e inconsciente (o que vai ao encontro da ideia holtoniana de que os *themata* podem manifestar-se inconscientemente), fruto da sua formação intelectual e religiosa. Pode também ter sido consciente, mas sem qualquer procura de alternativa lexical por ter dado pouca relevância à questão. Ou pode ter sido consciente e propositado. Nunca saberemos, porque não há nos textos thematicamente analisados indícios que nos pudessem levar a supor alguma hipótese e a sua obra sugestivamente intitulada *Criação* não passou de um manuscrito que se perdeu, como vimos atrás. Certo é que Friedmann foi considerado criacionista, nomeadamente pelo regime materialista soviético.

Quanto a Gamow, vimos que utilizou a palavra *criação* não no sentido bíblico de criação ex nihilo mas no sentido grego de criação a partir de matéria-prima informe – daí a palavra *Ylem*, que escolheu para designar um estado primordial de matéria. Apercebendo-se da conotação bíblica da palavra *criação*, tão exposta no título do seu livro mais famoso, *A Criação do Universo*, Gamow sentiu, como vimos, uma imediata necessidade de esclarecer o sentido em que a usava. Todavia, apesar deste cuidado e da sua conceção de criação, Gamow deixou-se mesmo enredar pelas conotações religiosas da cosmologia do big bang. Vejamos.

Logo na introdução ao livro, Gamow assumiu-se explicitamente como partidário da «hipótese de um “princípio”» (the hypothesis of a “beginning”)²⁴⁴ para o universo, na linha do «imaginativo cientista belga, Abbée Georges Edouard Lemaître»²⁴⁵. Por mais que quisesse, Gamow, com estas simples palavras, não podia escapar às associações criacionistas feitas ao Abbée Lemaître. Também no livro, a passagem em que Gamow chama “era de S. Agostinho” a uma suposta era anterior ao big bang reforça as conotações teológicas.

Paralelamente, alguns episódios protagonizados por Gamow parecem ter reforçado as associações religiosas à cosmologia do big bang. Com efeito, segundo Kragh:

²⁴⁴ Gamow, George (1957), pp. xii-xiii.

²⁴⁵ Ibid., p. xii.

Em 1951, [Gamow] enviou uma cópia de um [seu] artigo popular ao Papa Pio XII, que o recebeu através do núncio apostólico, o Arcebispo de Laodicéia. De acordo com o arcebispo, o artigo “foi apresentado ao Santo Padre, que o leu com satisfação e que aguarda com expectativa a publicação do seu livro ‘A Criação do Universo’”. Alguns meses depois, o Secretário de Estado do Vaticano informou Gamow de que o Papa havia recebido o livro, enviado pelo seu autor, e estava ansioso por lê-lo.²⁴⁶

Como se isto não bastasse, Gamow iniciou o pequeno artigo «The role of turbulence in the evolution of the universe», publicado em 1952 na prestigiada revista científica *Physical Review*²⁴⁷, com uma longa citação de um discurso do Papa Pio XII referente (e favorável) à cosmologia do big bang.

Tudo isto mostra que Gamow foi menos cuidadoso do que Lemaître, relativamente às conotações religiosas da cosmologia do big bang.

A título mais informal, Gamow viria mesmo a chamar «curvas divinas da criação»²⁴⁸ à representação gráfica da história inicial do universo (gráfico com a variação da temperatura e das concentrações de neutrões, protões e deuterões nos primeiros minutos) que apresentou no artigo «The Origin of Chemical Elements» e no artigo «The Evolution of the Universe». De facto, não se conhece qualquer publicação em que Gamow tenha usado a expressão «curvas divinas da criação» para designar aquela representação gráfica, mas, segundo Alpher e Herman, seus colaboradores próximos, Gamow costumava mesmo usar informalmente essa expressão²⁴⁹.

É como se a cosmogonia escorregasse sempre, consciente ou inconscientemente, deliberada ou involuntariamente, para um sentido religioso de criação. Uma orientação a que muitos cientistas parecem não conseguir escapar, mesmo os que, como Lemaître, se esforçam por “separar as águas” ou os que, como Gamow, sugerem uma ideia de criação do universo diferente de uma criação a partir do nada.

Contudo, a simples possibilidade de ter havido uma criação do universo a partir do nada provocou dentro da comunidade científica uma reação de oposição que chegou mesmo

²⁴⁶ Kragh, Helge (1996), p. 117.

²⁴⁷ Gamow, George (1952), p. 251.

²⁴⁸ Cf. Kragh, Helge (1996), pp. 117-118.

²⁴⁹ Cf. Alpher, R. e Herman, R. (1988), p. 31.

à repulsa assumida. Até o próprio Eddington, apesar de grande partidário da cosmologia relativista e não do steady-state, sentia repulsa filosófica pela hipótese do átomo primitivo²⁵⁰, ficando-se pelo modelo assintótico conhecido como modelo de Lemaître-Eddington que preconiza uma evolução do universo a partir de um raio inicial não nulo. A ideia de criação a partir do nada (*criação ex nihilo*), com conotações incontornavelmente teológicas, tornou-se um thema fraturante no seio da cosmologia, sendo a teoria do estado estacionário (a nova cosmologia) a principal reação de oposição.

Com efeito, como escreve Merleau-Ponty:

Aos olhos dos novos cosmólogos – de alguns, pelo menos – a versão materialista do Universo estava irremediavelmente condenada e, em consequência, a Teologia tradicional restabelecida nas suas pretensões sobre a natureza.²⁵¹

Esta reação a supostas pretensões da teologia sobre um território da cosmologia é especialmente intensa em Hoyle, que era assumidamente anticristão e que, dos três proponentes do steady-state, foi o que mais violentamente objetou à ideia do big bang. Continua Merleau-Ponty:

Não encontramos em Bondi, a mais pequena alusão a qualquer metafísica nem o mais pequeno traço de pensamento religioso de fundo. Quanto a Hoyle, a sua filosofia da natureza, antes de mais panteísta, é explícita e deliberadamente oposta à dos Cristãos, a quem critica, com uma certa aspereza, a atitude perante o Universo, nomeadamente a conceção de uma sobrevivência pessoal.²⁵²

Kragh, por seu lado, não reconhecendo tanta neutralidade a Bondi, considera que os três pioneiros do steady-state trabalharam sobre um contexto religioso de fundo:

Não há grandes dúvidas de que as discussões entre Hoyle, Gold e Bondi, que levaram a uma tentativa de formulação da teoria do steady-state em 1947, foram negativamente animadas pelas visões expostas por Whittaker, Milne e outros cientistas religiosos. Os três pioneiros do steady-state eram ateus e também hostis ou indiferentes à religião organizada; o mesmo acontecia com Sciama, o mais importante dos jovens teóricos.

²⁵⁰ Cf. Kragh, Helge (1996), p. 57.

²⁵¹ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 115.

²⁵² Ibid., p. 115.

Ainda que os motivos por detrás do modelo do steady-state não fossem religiosos (ou, pelo menos, antirreligiosos), deve ter dado certamente uma grande satisfação ser possível conceber um universo no qual alegadamente não havia espaço para um Criador.²⁵³

Esta reação à ideia do big bang e a disputa que se seguiu entre steady-state e big bang estiveram, portanto, associadas a valores, como afirma Merleau-Ponty:

Valores éticos e religiosos, e não somente epistemológicos, estiveram envolvidos na nova Cosmologia [steady-state], como aliás na Cosmologia relativista.²⁵⁴

É fácil reconhecer a presença da religião em toda esta discussão cosmológica mas pode parecer um pouco estranha a referência a valores. Contudo, se pensarmos que na cosmologia, enquanto visão do mundo, estão envolvidas questões não apenas referentes ao próprio universo mas também ao próprio homem, nomeadamente o seu lugar no universo e, conseqüentemente, o seu estatuto e o seu valor no e para o universo, compreenderemos a referência a valores. Aliás, enquadram-se nesta questão as críticas de Hoyle à concepção cristã de sobrevivência pessoal (vida após a morte), correspondente a uma existência (infinita) para lá de um universo (finito). Também Kragh se apercebeu desta dimensão, afirmando:

Não há nada de surpreendente no facto de a cosmologia neste período ter sido discutida numa perspetiva filosófica, com o duplo objetivo de decidir a estrutura lógica e conceptual da cosmologia e também as amplas implicações para o lugar do homem no universo.²⁵⁵

Mas, retomando diretamente a questão da criação, se podemos questionar-nos sobre o uso da palavra *criação* pelos cosmólogos do big bang, o mesmo reparo podemos fazer quanto aos partidários do estado estacionário a propósito da criação contínua de matéria. Ou seja: compreende-se facilmente que estes tenham associado a origem do universo a uma criação demiúrgica, mas por que razão não preferiram falar de *formação* contínua de matéria em vez de *criação* contínua de matéria, como alternativa à ideia do big bang? Por que razão recorreram também a uma palavra com uma tão grande carga

²⁵³ Kragh, Helge (1996), pp. 252-253.

²⁵⁴ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 115.

²⁵⁵ Kragh, Helge (1996), p. 220.

não científica, a mesma palavra escolhida por aqueles que tanto criticaram? Os textos que vimos não são esclarecedores, mas aqui o uso da palavra criação acaba por ser perfeitamente lógico, na medida em que a criação contínua de matéria é mesmo uma forma de criação de algo que antes não existia (ainda que tal aconteça dentro de um universo já existente); uma criação múltipla e contínua de matéria, também a partir do nada, em pontos dispersos de um espaço vazio “forçado a criar algo” devido à sua expansão; uma espécie de criação ex nihilo em sentido restrito, porque ocorre dentro de um universo eterno. Por outro lado, a escolha lexical, consciente ou inconsciente, parece indiciar uma reação de substituição, uma tentativa de recuperar e ocupar território supostamente perdido a favor da teologia através da aplicação do mesmo conceito básico (criação a partir do nada) mas de forma radicalmente diferente, reinventando-o e esvaziando-o de qualquer conotação primordial e teológica (como quem afirma que criação só há uma – a criação contínua de matéria).

Com a teoria do estado estacionário, e numa filosofia da natureza tão ao estilo panteísta de Hoyle, há como que uma projeção no universo de atributos metafísicos tradicionalmente reconhecidos a entidades divinas: ser ilimitado, infinito, permanente, imutável, eterno. Além disso, o universo é também imensamente poderoso: está sempre a criar, a criar-se a partir do seu espaço vazio em expansão; pela criação contínua de matéria, o universo é, pois, o seu próprio criador. Nesta visão cosmológica não há, portanto, lugar para qualquer raiz teológica do universo – o universo é (e sempre foi) autossuficiente, dispensando qualquer Criador.

Ao mesmo tempo, na perspetiva dos autores do steady-state, o universo é inteiramente cognoscível, ao contrário do que acontece se se admite uma criação demiúrgica, que remete para realidades fisicamente inacessíveis, para causas totalmente fora de qualquer estudo científico (teórico e experimental) do universo.

Esta preocupação em manter a compreensão do universo dentro da cognoscibilidade física está bem patente nesta passagem do livro *Cosmology*, publicado por Bondi em 1952:

A teoria do steady-state (Bondi e Gold, 1948) difere das teorias discutidas [nomeadamente, a teoria do big bang] na medida em que o problema da origem do

universo, ou seja, o problema da criação, é trazido para dentro do âmbito da pesquisa física e é examinado em detalhe, em vez de, como noutras teorias, ser entregue à metafísica. Essa conquista é conseguida com um preço, uma modificação da lei da conservação da massa (...).²⁵⁶

Convém observar que Bondi usa aqui a palavra *metafísica* de forma muito discutível. Na verdade, percebe-se facilmente que Bondi concebe a metafísica como algo estranho e inacessível à física, algo sobre o qual a física nada pode dizer, um domínio eventualmente teológico, e não como ontologia, como filosofia que se debruça sobre as propriedades e os princípios mais fundamentais do ser e, portanto, também do mundo físico. Mas, imprecisões conceptuais à parte, certo é que, segundo Bondi, há um preço a pagar para manter a cosmologia dentro das fronteiras da física: a modificação da lei da conservação da massa, de que já falámos. A massa conserva-se, mas apenas dentro do universo observável, na medida em que a contínua saída de matéria para lá do universo observável (devido à expansão) é compensada na exata proporção pela contínua criação de matéria dentro desses limites.

Por outras palavras: a criação contínua de matéria é o preço a pagar pela recusa da criação de todo o universo num determinado momento. Sai uma criação (teologicamente conotada, única, integral, ex nihilo ou como Gamow a imaginou), entra outra criação (sem qualquer conotação teológica, múltipla, contínua). Na verdade, a criação contínua é apenas o velho thema da criação (que já existia na forma bíblica ou na forma grega) a manifestar-se numa nova forma: o mesmo thema, historicamente persistente, adquire uma terceira forma, por oposição às formas clássicas – ou, noutros termos, o thema fundamental da criação tem na cosmologia do steady-state um novo thema derivado: a criação contínua de matéria.

Ora, a criação contínua causou muito incómodo e não foi menos fraturante do que a criação integral do universo. Essa perturbação intelectual resultou sobretudo da reformulação do princípio da conservação da massa/energia, um princípio que é de longa data absolutamente sacrossanto, indiscutível, para a generalidade dos físicos,

²⁵⁶ Bondi, H. (1960), 2ª ed., p. 140.

talvez um dos princípios mais poderosos, porque dos mais consensuais e mobilizadores, de toda a história da ciência.

A reformulação do princípio de conservação da massa/energia de Bondi, Gold e Hoyle foi teoricamente pouco convincente para muitos físicos e cosmólogos e, para além disso, não tinha nem viria a ter qualquer apoio vindo das observações e experiências – a criação de matéria era um fenómeno nunca observado e considerado de difícil observação pelo próprio Hoyle, nunca tendo sido realmente observado, nem mesmo posteriormente.

Por mais que os autores e seguidores da teoria do steady-state se tenham esforçado em defender que estamos apenas perante uma reformulação do princípio da conservação da massa/energia, aos olhos de muitos físicos e filósofos da ciência a criação contínua de matéria constitui mesmo uma clara violação desse princípio. De facto, a discussão em torno da ideia de criação, e muito especialmente em torno da ideia de criação contínua de matéria, foi bastante intensa²⁵⁷, opondo cientistas e filósofos aos partidários do steady-state, de tal forma que alguns dos opositores, como Bunge, chegaram mesmo a falar, a propósito da criação contínua de matéria, em «fantasia da criação»²⁵⁸.

Mesmo sem pensarmos no problema da conservação da massa/energia, a criação contínua da matéria coloca uma questão que não difere da questão (metafísica, no sentido atribuído pelos defensores do steady-state) da criação ex nihilo e integral do universo: a cognoscibilidade. Com efeito, se é legítimo perguntarmo-nos como foi possível uma criação integral do universo num passado remoto, não é menos legítimo perguntarmo-nos como é possível haver criação contínua de matéria. O que provoca e possibilita este fenómeno? E, tratando-se de um fenómeno múltiplo, repetido e repetível, o que garante esta reprodutibilidade? Se a matéria é criada do nada, ainda que dentro de um universo pré-existente, é criada a partir de algo incessível à física, tão inacessível como o que está antes de uma origem integral do universo tal como é preconizada pela ideia do big bang. Afinal, os problemas de cognoscibilidade que os fundadores do steady-state denunciam na teoria adversária também se colocam na sua

²⁵⁷ Cf., por exemplo, Kragh, Helge (1996), pp. 227-233.

²⁵⁸ Citado por Kragh, Helge (1996), p. 232.

própria teoria e isso mesmo foi assinalado por autores como Munitz, que considerou a criação contínua de matéria como inexplicável e como tal não científica²⁵⁹.

Trata-se de uma contradição *thematica*: para garantir um *universo* inteiramente *cognoscível*, um dos mais velhos e defendidos *themata* da ciência, o steady-state acaba por esbarrar contra uma fronteira ontológica da natureza e, portanto, do conhecimento físico, a fronteira entre o ser e o nada. E assim, embora sem o reconhecer, o steady-state desemboca num domínio incognoscível.

Mas, do ponto de vista *thematico*, o interesse da criação contínua de matéria reside ainda num outro aspeto. De facto, como afirma Kragh:

O debate sobre a criação contínua de matéria em cosmologia retomou em certa media temas discutidos na controvérsia do século dezanove acerca da geração espontânea de vida. Em ambos os casos, foi a criação *espontânea*, da matéria ou da vida, que aqueceu muito a discussão.²⁶⁰

Ou seja: a criação contínua de matéria é o equivalente físico (e cosmológico) da geração espontânea da vida, admitida como aparecimento espontâneo da vida a partir de matéria não viva. Por outras palavras, a criação contínua da matéria e a geração espontânea da vida são manifestações específicas do mesmo *thema* (a criação) em duas disciplinas científicas distintas.

Esta equivalência é interessante na medida em que nos coloca perante uma transversalidade *thematica*, neste caso, entre as ciências físicas e a biologia. Essa transversalidade operou nestas duas áreas científicas com algum desfasamento no tempo. Ao contrário da criação contínua de matéria, e embora tenha sido mais intensamente discutida no século XIX, a ideia da geração espontânea da vida é muito antiga, mesmo milenar, sendo mais um exemplo da longevidade histórica de *themata* que, não apenas persistem longamente numa determinada área, como, mais cedo ou mais tarde, acabam por se manifestar também noutras áreas disciplinares (neste caso, na cosmologia, como criação contínua de matéria).

²⁵⁹ Cf. *Ibid.*, p. 229.

²⁶⁰ *Ibid.*, p. 255.

4. uma disputa *thematica* alargada

A criação é o *thema* mais polarizador e simultaneamente mais fraturante da controvérsia, mas, como vimos na comparação *thematica* que atrás ensaiei, a ideia de criação faz parte de uma matriz *thematica* antiga e ampla. Na verdade, a criação (integral) do universo integra-se na antiga herança cosmológica evolucionária (fundada no *thema* da mudança por evolução ou involução) e a criação contínua de matéria integra-se na antiga herança cosmológica estacionária (fundada no *thema* oposto da invariância). Ou, de outra forma, a criação do universo integra-se na preferência *thematica* pela finitude temporal e espacial, por um universo fechado e evolutivo; enquanto a criação contínua de matéria se integra na preferência *thematica* pela infinitude temporal e espacial, por um universo aberto e imutável (em larga escala).

Na oposição ao big bang, vimos objeções que podem ou não ter um fundo religioso. Contudo, essas objeções não aparecem explicitamente nos artigos de Bondi, Gold e Hoyle, de 1948. As objeções mais explicitamente assumidas são estéticas (ou, pelo menos, tidas como estéticas por estes autores), numa outra dimensão do largo espectro desta disputa.

O próprio nome do princípio cosmológico perfeito denuncia as motivações estéticas de Bondi e Gold. Lemaître haveria de observar isso alguns anos depois, a propósito do caráter dedutivo do uso do princípio cosmológico, agora alargado:

Como penso, a tendência para se apoiar num princípio a priori encontra-se ligada à atitude filosófica de Leibniz, que acreditava que o Universo responde a um modelo esteticamente perfeito, ou, ainda, que o mesmo é construído como sendo o melhor possível.²⁶¹

Por seu lado, logo no início do artigo «A New Model for the Expanding Universe», Hoyle assume as suas preferências estéticas. A grande simpatia que sentia pela ideia de a criação contínua de matéria possibilitar a conservação da densidade de matéria num

²⁶¹ Lemaître, Georges (1972a), p. 3.

universo em expansão é, por si, um contraponto às profundas objeções estéticas que a ideia do big bang lhe inspirava. Recordemos essa passagem, já citada atrás:

Esta possibilidade pareceu-me atraente, especialmente quando tomada em conjunto com objeções estéticas à criação do universo num passado remoto. É que é contrário ao espírito da pesquisa científica considerar efeitos observáveis como decorrentes de “causas desconhecidas da ciência”, que é o que a criação-no-passado implica.²⁶²

Para Hoyle, a ideia do big bang é «menos agradável» do que a ideia da criação contínua de matéria, sofrendo de um problema epistemológico grave: a incognoscibilidade e a inacessibilidade observacional de uma singularidade inicial, algo que está antes de tudo o que a física possa alcançar, seja pela razão, seja pela observação²⁶³. Vemos assim que as objeções estéticas são também objeções epistemológicas, associadas a importantes e antigos themata como o do universo cognoscível.

As «'causas desconhecidas da ciência'» evocam ou permitem evocar, como bem sabemos, uma origem teológica do universo, o que arrepiava o ateu e anticristão Hoyle, empenhado em mostrar que uma cosmogonia desse género era coisa de povos primitivos²⁶⁴. Pelo que as objeções assumidas como estéticas são também, e afinal, objeções de carácter religioso.

Ora, se já sabemos que diversos themata orientaram de forma fundamental a construção da ideia do big bang e o mesmo sucedeu com a reação que provocou, através de objeções estéticas, epistemológicas e religiosas que mobilizaram os proponentes da teoria do steady-state, que podemos dizer sobre a relação thematica de outros cientistas com estas duas cosmologias? Por outras palavras, que podemos dizer sobre as razões thematicas, implícitas ou explícitas, que levaram outros cientistas a assumir preferências e a envolver-se na disputa entre as duas cosmologias, transformando-a numa disputa bastante alargada?

Hoyle, a este propósito, viria a dizer muito mais tarde:

²⁶² Hoyle, F. (1948), p. 372.

²⁶³ Cf. Hoyle, Fred (1952), p. 98.

²⁶⁴ Cf. Kragh, Helge (1996), p. 253.

(...) alguns cientistas parecem sentir a necessidade de se declararem inequivocamente a favor de uma ou outra teoria, um pouco como se estivessem a apoiar um partido político ou um clube de futebol.²⁶⁵

Apoiar um partido político pode ter um lado irracional (pela simpatia, pela empatia, pela ligação às pessoas, por exemplo); e apoiar um clube de futebol nada tem de racional – é algo do foro da simpatia, da emoção, mesmo do inexplicável, cunhado normalmente na infância. Ora, Hoyle considera que os elementos irracionais e de algum modo inexplicáveis – numa palavra, subjetivos – foram determinantes na adesão dos cientistas ao big bang ou ao steady-state. E quem diz adesão a um diz rejeição do outro, uma vez que optar por um partido político ou apoiar um clube de futebol é sempre uma tomada de posição de um contra um outro.

Historiadores e filósofos da ciência completamente descomprometidos com a questão, como Merleau-Ponty e Kragh, assinalaram, como já vimos, o contributo destes elementos. Na perspectiva de Holton, esses elementos pertencem ao eixo thematico da ciência.

Já vimos, a propósito do thema da *criação* e da reação à ideia do big bang, que as questões religiosas, implícitas ou explícitas, estiveram fortemente presentes na construção de cada uma das duas cosmologias rivais, nomeadamente nos seus pioneiros. Mas as associações entre cosmologia e religião estiveram igualmente presentes noutros cientistas, como Milne, Dean Inge, Bernard Lovell, Edmund Whittaker, McCrea, Wallace Sargent, uns crentes e outros ateus. Ao contrário de Gamow, que Hoyle tomava como o maior dos adversários, aqueles cientistas viram na cosmologia um terreno fértil em implicações religiosas – para satisfação dos crentes e incómodo dos ateus. As associações da cosmologia à religião aconteceram nesses cientistas de uma forma muito ideossincrática, o que é típico dos comportamentos thematicos, havendo entre eles, não apenas crentes que preferiam o big bang, como também crentes que, como os colegas ateus, preferiam o steady-state, baralhando completamente qualquer expectativa (alimentada pelo próprio Hoyle²⁶⁶) de uma

²⁶⁵ Hoyle, Fred (1993), p. 179.

²⁶⁶ Cf. Kragh, Helge (1996), p. 253.

relação simples e direta entre, por um lado, big bang e crença religiosa, e, por outro, steady-state e ateísmo²⁶⁷.

A controvérsia parece ter sido igualmente alimentada por motivações estéticas capazes de gerar fascínios ou repulsas²⁶⁸, como, por exemplo, no caso de Johnson e de Öpik:

A escolha entre modelos cosmológicos foi, de acordo com Johnson, “uma escolha estética ou imaginativa” mais do que racional. Na sua opinião, a cosmologia tinha “mais em comum com a atitude poética ou artística do que exclusivamente com a lógica” (...). Ernst Öpik concordou que a escolha entre modelos cosmológicos continuaria a ser “um assunto de juízo estético” e que a teoria do steady-state “no presente, apenas pode ser abordada do ponto de vista do [seu] valor estético”. Contudo, Öpik tinha uma preferência por modelos cíclicos e considerava a teoria do steady-state simultaneamente errada e repulsiva.²⁶⁹

Muitas destas preferências ou objeções referem-se a propriedades metafísicas e epistemológicas das teorias, pelo que podemos reconhecer nessas motivações estéticas alguns themata metafísicos ou epistemológicos. Como diz Kragh, por exemplo, o jovem Sciama, que viria a ser um dos mais destacados defensores do steady-state, «ficou impressionado pela simplicidade e pelo poder preditivo da teoria do steady-state», fascinação essa que «era em parte enraizada naquilo que ele considerava o seu sucesso empírico, mas também, e mais importante, na sua atração filosófica [philosophical appeal].»²⁷⁰

Quanto a eventuais interferências de natureza política nesta disputa entre big bang e steady-state, referidas por autores como Luminet²⁷¹ e mais detalhadamente por Kragh²⁷², o único caso conhecido é o do regime comunista soviético, cuja visão oficial não só não apreciava a visão dos compatriotas Friedmann e Gamow, que considerava criacionistas, como desvalorizava o estudo científico do universo como um todo, ou seja, a própria cosmologia. Friedmann, Lemaître, Gamow e outros defensores da cosmologia relativista eram tidos como reacionários e acusados de trazerem conceções religiosas

²⁶⁷ Cf. Ibid., pp. 252-256.

²⁶⁸ Ibid., pp. 220-227.

²⁶⁹ Ibid., p. 222.

²⁷⁰ Ibid., p. 221.

²⁷¹ Cf. Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 30 e pp. 40-41.

²⁷² Cf. Kragh, Helge (1996), pp. 259-267.

para o estudo do universo. Mas a cosmologia do steady-state também não inspirava simpatia. É que, de acordo com as teses materialistas defendidas pelo regime, não só o universo é infinito (no espaço e no tempo), como a tese da conservação da massa é inabalável. A palavra *criação* não era tolerada, quer fosse no quadro do big bang, quer fosse no quadro do steady-state, o que ficou bem patente no episódio da visita de Hoyle a Moscovo, em 1958, cujo relato já vimos.

Tratando-se de um regime ditatorial que estendia a sua influência repressiva a todos os domínios, a visão oficial condicionou obviamente o desenvolvimento da cosmologia, enquanto atividade científica, e as próprias ideias cosmológicas dos cientistas soviéticos. Recordemos que Gamow, o mais influente aderente à ideia do big bang, era russo mas emigrou para os Estados Unidos, onde propôs o seu modelo superquente do big bang.

Mas o regime soviético não foi a única organização não científica a interferir na disputa entre big bang e steady-state. A Igreja Católica, através do Papa Pio XII, também se envolveu, usando a cosmologia como argumento científico para a visão cristã do mundo. De facto, Pio XII acolheu com grande interesse a ideia do big bang, que associou à cosmogonia do Génesis. Depois de, em 1950, publicar uma encíclica em que admitiu a biologia evolucionária como objeto científico legítimo e compatível com a doutrina da Igreja, Pio XII fez, em 1951, uma apresentação na Pontifícia Academia das Ciências onde referia a cosmologia (também evolucionária) do big bang, apresentação a que assistiram não apenas vários cardeais como o próprio ministro da educação italiano. Pouco depois, e como já vimos, Pio XII chegou mesmo a ser referido na revista científica *Physical Review*, onde um artigo de Gamow foi introduzido por uma citação daquela sua apresentação. Contudo, é de notar que Lemaître, que era membro da Pontifícia Academia das Ciências, não gostou da apropriação teológica da sua teoria por parte de Pio XII, na medida em que este acabou por fazer o que ele próprio, enquanto autor da teoria, sempre tentara evitar²⁷³.

5. themata versus observações e experiências

²⁷³ Cf. Ibid., pp. 256-259.

Apesar de autores, como Helge Kragh, reconhecerem a importância de certas preferências emocionais e de certas razões “não científicas” na aceitação e na rejeição de teorias cosmológicas, é difícil, fora de uma abordagem *thematica*, admitir que aquelas preferências e aquelas razões possam influenciar grandemente o trabalho científico. Afirma Kragh:

Os cientistas podem ter preferências emocionais por uma teoria em virtude de todo o tipo de razões e é possível que alguns dos astrónomos e físicos que se juntaram à controvérsia cosmológica nos anos de 1950 tenham sido, conscientemente ou não, bastante motivados por razões políticas ou religiosas. Mas se o foram, isso não orientou os seus argumentos científicos e o seu trabalho. Mesmo cientistas que admitiram relevância a fatores ideológicos e religiosos, como Hoyle, Sciama e Bonnor, mantiveram-nos estritamente à parte do seu trabalho científico. Tudo considerado, o debate extra-científico quase não teve influência no desenvolvimento científico em cosmologia. Muito mais importantes foram as observações e experiências (...).²⁷⁴

Mas se, pelo contrário, nos colocarmos numa perspectiva *thematica*, não podemos estar mais em desacordo com Kragh quando este afirma que os fatores ideológicos e religiosos foram mantidos à parte do trabalho científico. Em primeiro lugar, porque, como vimos, foram fatores importantes para a adesão a uma ou a outra corrente cosmológica. O próprio Kragh, aliás, admitiu-os como tal noutras passagens atrás referidas. Em segundo lugar, porque alimentaram a controvérsia e, ao fazê-lo, promoveram pesquisas teóricas e experimentais importantes.

A disputa entre big bang e steady-state prolongou-se essencialmente até à segunda metade da década de 1960. Nessa altura, segundo Kragh, a disputa foi resolvida a favor do big bang porque o steady-state não resistiu às evidências das observações:

Nem as discussões filosóficas nem as considerações religiosas ou outras considerações metafísicas menorizaram a teoria do estado estacionário enquanto candidata à estrutura do universo por volta de 1960. O resultado da controvérsia foi decidido por observações e experiências, exatamente da mesma forma que falham e caem as teorias físicas mais vulgares.²⁷⁵

²⁷⁴ Ibid., pp. 267-268.

²⁷⁵ Ibid., p. 269.

Vemos assim que, para Kragh, os themata (sem os nomear assim) são importantes mas não decisivos; até podem alimentar a controvérsia mas não a resolvem, porque a decisão é ditada por observações e experiências. Mas esta questão não é tão simples como Kragh a apresenta e merece, por isso, uma análise mais cuidadosa.

De facto, ninguém contestará que as observações e experiências foram decisivas na disputa e no desfecho da controvérsia a favor do big bang: a determinação da abundância do hélio e sobretudo a descoberta da radiação cósmica de fundo, entre outras observações menos determinantes, conduziram a cosmologia para o lado do big bang, tendo sido o steady-state generalizadamente abandonado. Mas, curiosamente, a vitória do big bang também se fez, em parte, à custa da crença no steady state. O próprio Hoyle admitiu que, paradoxalmente, contribuiu para o sucesso da teoria rival ao trabalhar sobre o problema da abundância do hélio. Razões filosóficas e religiosas – numa palavra, razões thematicas – contribuíram para Hoyle lutar contra a ideia do big bang e, nessa luta, o desenvolvimento do seu trabalho acabou por contribuir para a vitória daquela ideia, numa espécie de “tiro no próprio pé”! Nada melhor do que colocar Hoyle a descrever esta ironia, num texto publicado quase duas décadas depois:

O hélio não parecia constituir um problema, e a teoria do estado estacionário pensou-se inicialmente não sofrer qualquer ameaça deste lado.

Mas, em meados dos anos 60, aconteceram duas coisas que, quando consideradas em conjunto, pareciam resolver a disputa entre ambas as teorias e levar o mundo científico – e a opinião pública em seguida – a virar-se definitivamente para a teoria do “big bang”. Ironicamente a primeira envolveu-me pessoalmente, e mais como testemunha de acusação da teoria do estado estacionário do que como de defesa.

O hélio forma cerca de um quarto da massa total do Universo visível, talvez 10^{47} toneladas. Poderiam as estrelas sozinhas ter produzido uma tão elevada quantidade deste material?

Trabalhando sobre este problema em 1964, R. J. Taylor (...) e eu próprio concluímos com alguma relutância que a resposta deveria ser não, e por uma margem considerável. Convencemo-nos de que toda a matéria do Universo deveria ter surgido de um estado de elevada densidade e pressão, como George Gamow sempre afirmara. A argumentação fechava um ciclo completo, e os nossos resultados, juntamente com

novos desenvolvimentos (...), transformaram-se naquilo que até hoje constitui ainda o melhor argumento a favor do “big bang”, particularmente por ter sido produzido por cientistas que discordavam desta teoria.²⁷⁶

O que é importante sublinhar é que Hoyle, apesar deste forte argumento e também apesar da descoberta da radiação de fundo, nunca desistiu do steady-state. O que dá razão a Holton: a fidelidade *thematica*, em geral, é para toda a vida e não se deixa convencer por observações experimentais que parecem ser provas desfavoráveis ou mesmo contrárias às ideias em que se acredita e que colocam em causa os *themata* que fundamentam essas ideias. Por isso, e até ao fim da sua vida, Hoyle manteve sempre a convicção de que a ideia do big bang está errada, considerando que o sucesso da mesma assenta em preconceitos culturais. Em 1983, cerca de duas décadas depois do declínio da ideia do steady-state, Hoyle ainda afirmava:

O conceito ortodoxo hoje defendido que representa o Universo como uma espécie de ilha no tempo [a finitude temporal preconizada pela ideia do big bang] é obviamente uma reminiscência da mais antiga concepção errada do Universo como uma ilha no espaço. O erro é essencialmente o mesmo, e não decorre de razões científicas objectivas mas de preconceitos sociológicos e culturais.²⁷⁷

Fiel aos seus *themata*, Hoyle não se cansou de procurar uma alternativa convincente à ideia do big bang e posteriormente, em conjunto com alguns colaboradores, chegou mesmo a reinventar a teoria do steady-state, propondo em 1993, com G. Burbidge e J. Narlikar, o *modelo do quase steady-state (the quasi steady-state model)*²⁷⁸, que introduz aspetos não considerados na teoria inicial do steady-state mas não abdica da estrutura *thematica* básica.

Nessa luta pessoal e persistente, Hoyle recusou sempre a forma como certas observações foram consideradas decisivas, enquanto provas a favor da ideia do big bang. Ora, esta teimosia de Hoyle, de carácter claramente *thematico*, remete-nos para uma questão epistemológica que não podemos ignorar quando em causa está o valor atribuído às observações e às consequências que as mesmas têm para a construção das

²⁷⁶ Hoyle, Fred (1993), pp. 175-176.

²⁷⁷ Ibid., p. 167.

²⁷⁸ Hoyle, F., Burbidge, G., Narlikar, J. V. (1993a), pp. 437-457.

teorias, assim como para a sua posterior aceitação ou rejeição por parte da comunidade científica – trata-se da interpretação das observações.

A base experimental da cosmologia do big bang e da cosmologia do steady-state é a mesma: o *redshift*, o deslocamento para o vermelho dos espectros das galáxias. Ambas as cosmologias interpretam o fenómeno da mesma maneira, atribuindo-lhe um significado cinemático, ou seja, considerando-o como consequência do afastamento das galáxias, deslocamento que associam à ideia de expansão do universo. Mas em, em 1929, cerca de dois anos depois do artigo em que Lemaître apresentou essa interpretação cinemática do *redshift*, o físico F. Zwicky apresentou uma interpretação alternativa²⁷⁹ que viria a ser conhecida como “teoria da luz cansada”. Segundo esta teoria, o deslocamento para o vermelho não resulta do afastamento das fontes emissoras de luz, as galáxias, mas de perdas de energia que a luz sofre ao longo do seu trajeto, perdas proporcionais à distância e que levam a luz a ficar com um comprimento de onda tanto maior quanto maior a distância percorrida (como acontece, aliás, na interpretação cinemática, quer no quadro do big bang, quer no do steady-state, de um universo em expansão). Esta teoria não viria a ter muito crédito e é hoje praticamente desconhecida. Mas Zwicky não foi o único físico a procurar uma explicação do *redshift* desligada da expansão²⁸⁰. Um dos físicos mais ilustres a apresentar uma explicação similar à de Zwicky foi Louis de Broglie, em 1962²⁸¹. Independentemente da sua validade e do seu grau de aceitação, o que estas teorias mostram é que a mesma observação experimental pode ser interpretada de maneiras muito diferentes.

A interpretação que propõem não exige um estado evolucionário nem um estado estacionário, sendo antes mais condizente com um estado estático, sem expansão do universo, evocando os modelos cosmológicos de Einstein e de de Sitter e recuperando «uma certa atitude filosófica inconsciente na preferência por soluções estáticas», como Lemaître dizia a propósito daqueles modelos²⁸². Eis, pois, como uma diferente

²⁷⁹ Zwicky, F., (1929), pp. 773-779.

²⁸⁰ Cf. Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 398.

²⁸¹ Cf. Broglie, Louis de (1962).

²⁸² Lemaître, Georges (1972a), p. 5.

interpretação de um único e simples fenómeno observado conduz a visões cosmológicas radicalmente diferentes.

Ora, a análise *thematica* já demonstrou que a interpretação das observações pode ser fortemente condicionada pelos *themata* (recordemos o caso paradigmático da reação de Galileu às elipses orbitais que Kepler derivou das observações de Tycho Brahe). E, aliás, a militância anti big bang de Hoyle também mostra isso pela forma como reagiu à descoberta que ele próprio havia feito quanto à explicação da abundância do hélio e que parecia ser uma prova decisiva a favor do big bang. Escreve Hoyle, a este propósito:

No entanto, mesmo então a teoria do “big bang” não se encontrava de algum modo demonstrada. Parecia que a matéria passara de facto por um estado de elevada concentração, mas tal poderia obviamente ter acontecido *no interior* do Universo. O material que observamos nas estrelas da nossa galáxia, e noutras, poderia ter surgido em situações que não obrigavam a imaginar uma origem do Universo. Os Quasars (...), que tinham então acabado de ser descobertos, pareciam apontar nesse sentido.

(...)

Pensa-se geralmente que as variações dos quasars têm algo a ver com as explosões que por vezes ocorrem nos centros das galáxias, explosões essas que envolvem matéria a elevadas densidades e temperaturas, tal como nos primeiros momentos do suposto “big bang”. Tendo em conta essa semelhança, são muitas vezes referidos pela designação de “pequenos big bangs”, tendo-se sugerido recentemente que talvez haja locais no Universo onde ainda estão a formar-se galáxias.²⁸³

Continuando a recusar a ideia de um só big bang como início do universo e responsável pela formação de elementos químicos como o hélio, Hoyle sugere aqui a ideia de múltiplos big bangs, explosões associadas aos quasars, como alternativa para explicar uma observação que parecia estar a favor da cosmologia do big bang – a abundância do hélio. Cede perante a cosmologia explosiva do big bang, mas continua a preferir o *thema* da multiplicidade em detrimento do *thema* da unidade (unicidade), pulverizando o universo de pequenos big bangs criadores de elementos químicos. Esta conceção corresponde a uma espécie de transmutação *thematica* muito *sui generis*: a criação

²⁸³ Hoyle, Fred (1993), pp. 176-179.

contínua de matéria – fenómeno múltiplo, disperso, e responsável pelo aparecimento de matéria no universo – passa a ter um substituto thematico na ideia de que os elementos químicos podem formar-se nos “pequenos big bangs” dos quasars – fenómeno também múltiplo, disperso pelo universo, e responsável pelo aparecimento no universo, não de nova matéria, mas de “novas formas” de matéria (certos elementos químicos, como o hélio).

«Tentei sempre manter uma posição de equilíbrio», afirmou Hoyle já em 1983, a propósito da sua busca de explicações. Esta atitude admitida pelo próprio, supostamente contrária à de outros cientistas que acusou de aderirem ao big bang ou ao steady-state como «se estivessem a apoiar um partido político ou um clube de futebol»²⁸⁴, não disfarça, contudo, a fidelidade thematica de Hoyle. E este caso ilustra bem como, numa fidelidade persistente e vitalícia, a raia a devoção, quase mesmo a obsessão, o cientista vê o que consegue ver à luz do seu mapa thematico, ou, mais ainda, vê o que quer ver, o que está disposto a ver e a aceitar.

Os themata conseguem, portanto, condicionar a aceitação ou rejeição do que se pode considerar *prova* ou *facto científico*, o que vai de encontro a certas preocupações de físicos e epistemólogos como José Croca e Rui Moreira que recentemente retiraram do esquecimento a interpretação do *redshift* de de Broglie num texto precisamente intitulado «O que é um facto em ciência?»²⁸⁵. Aquilo que para um cientista constitui uma prova ou um facto científico, para outro, que defenda themata muito diferentes ou mesmo opostos, pode ser algo ainda por estabelecer.

As preferências thematicas dos cientistas são, no fundo, valorizações (ou sobrevalorizações) de determinados aspetos em detrimento de outros. Tais preferências podem obrigar os mesmos cientistas a desvalorizar, ou mesmo a ignorar, aspetos que sejam difíceis de explicar por uma teoria da sua matriz thematica ou que, de alguma forma, sejam incómodos. É um “fechar de olhos” que Hoyle aponta aos defensores do big bang:

²⁸⁴ Ibid., p. 179.

²⁸⁵ Croca, José e Moreira, Rui (2003).

A maior parte dos astrónomos e físicos não gostam muito da ideia de dar um significado muito grande aos pequenos “big bangs”, apesar de existirem evidentemente muitos. Suponho que isto se deve ao facto de as matemáticas necessárias para interpretar os pequenos “big bangs” serem muito mais difíceis de enfrentar do que as necessárias para uma única grande explosão. A maioria dos astrónomos e físicos parecem preferir entregar-se à ideia do “big bang”, se bem que ao fazê-lo se vejam forçados a ignorar um certo número de graves dificuldades que talvez nunca venham a ser resolvidas no âmbito desta teoria.²⁸⁶

É importante não esquecermos que Hoyle é um elemento especialmente interessado nesta questão, pelo que devemos relativizar esta crítica – mais do que uma crítica, é uma acusação, a mesma acusação que um partidário do big bang possivelmente faria a Hoyle e à sua defesa do steady-state. Ainda assim, aplicada sem distinguir as correntes cosmológicas em questão, a crítica faz todo o sentido enquanto típica forma de funcionamento thematico dos cientistas.

Por outro lado, sabemos que os themata são persistentes e o seu domínio sujeito a ciclos de ascensão e declínio. Nada nos garante que o thema da evolução tenha para sempre vencido o do estado estacionário, que o thema da finitude se sobreponha para sempre ao da infinitude, que o thema da criação ex nihilo do universo resista indefinidamente a outras formas do thema da criação ou a outras soluções thematicas.

Nada nos garante, pois, que as observações que hoje são interpretadas como provas experimentais a favor do big bang continuem no futuro a ter a mesma interpretação, seja por força de alguma variabilidade cíclica dos themata, seja (usando termos kuhnianos) em consequência de anomalias do paradigma em que se transformou a cosmologia do big bang ao longo das últimas décadas. Quem sabe se a cosmologia não se reencaminhará no sentido do quadro thematico do estado estacionário, ainda que sob uma forma muito diferente da teoria do steady-state de Bondi, Gold e Hoyle, ou da teoria do quasi steady-state de Hoyle e seus colaboradores. Ou quem sabe se não evoluirá rumo a um universo estático, na linha inicial de Einstein e da interpretação do *redshift* de Zwicky. Simplesmente, não sabemos.

²⁸⁶ Hoyle, Fred (1993), p. 179.

Se há coisa elementar que a história da ciência, associada à dinâmica dos themata, nos ensina incontornavelmente, é que nada em ciência é definitivo. Por isso, faz todo o sentido manter a mente aberta a novas possibilidades, na linha do que Holton afirma:

A versão moderna da teoria cosmológica baseada no thema do ciclo vital (Início, Evolução e Fim) pode parecer triunfar no plano experimental sobre a teoria rival baseada num thema de Existência Contínua, lançando-o pela janela – mas não conseguimos ter a certeza de que este thema não regresse pela porta de trás.²⁸⁷

Esta afirmação de Holton data de 1973. E não é que, segundo afirmações posteriores do próprio Holton²⁸⁸, o thema da existência contínua já regressou mesmo pela porta de trás e inesperadamente no contexto da própria cosmologia do big bang? Veremos isso no próximo capítulo.

²⁸⁷ Holton, Gerald (1975), p. 46.

²⁸⁸ Cf. Holton, Gerald e Brush, Stephen G. (2005a), p. 521.

II.7. Big Bang, uma ideia com sucesso dentro e fora da cosmologia

Desde os artigos fundadores de Friedmann e Lemaître, a ideia que Hoyle viria a batizar como *the big bang idea*²⁸⁹ sofreu numerosos desenvolvimentos. Atualmente (desde há décadas, aliás), já não contempla a ideia de desintegração radioativa de um átomo primitivo nem considera os raios cósmicos como vestígios primordiais do universo. E o modelo padrão do big bang, consolidado com os trabalhos de George Gamow e outros, foi posteriormente complementado por numerosos contributos teóricos e experimentais. Mas a matriz temática que observámos até Gamow e colaboradores mantém-se no essencial, uma vez que a cosmologia do big bang continua a assentar sobre a ideia de que o universo tem uma idade finita, tendo tido origem numa explosão inicial a partir de uma singularidade, a que se seguiram uma expansão contínua e uma evolução no sentido da diversidade e da complexidade.

Sabemos que foram as observações experimentais que, na década de 1960, decidiram a disputa entre big bang e steady-state. A hipótese do big bang e toda a cosmologia construída sobre a mesma já têm, pois, cerca de meio século de hegemonia no domínio cosmológico. Há hoje por todo o mundo numerosos laboratórios, milhares de cientistas, centenas de cursos que se dedicam a questões do âmbito da cosmologia do big bang; há investimentos milionários em pesquisas de grandes laboratórios ou em satélites como, por exemplo, o COBE (Cosmic Background Explorer); há alguns prémios Nobel atribuídos por trabalhos de alguma forma relacionados com a cosmologia do big bang, tendo o primeiro sido atribuído em 1978 a Arno Penzias e Robert Wilson, pela descoberta da radiação cósmica de fundo. Helge Kragh, no artigo «What's in a Name: History and Meanings of the Term "Big Bang"», mostra mesmo como o número de artigos de cosmologia relacionados com o big bang cresceu drasticamente nas últimas décadas, atingindo vários milhares²⁹⁰ (a título de exemplo, de 1951 a 2011, só na *Nature* e na *Science* foram publicados mais de 2.000 textos relacionados com big bang (fig. 1)).

²⁸⁹ Cf. Hoyle, F. (1949a), p. 568.

²⁹⁰ Cf. Kragh, Helge (2013), p. 33.

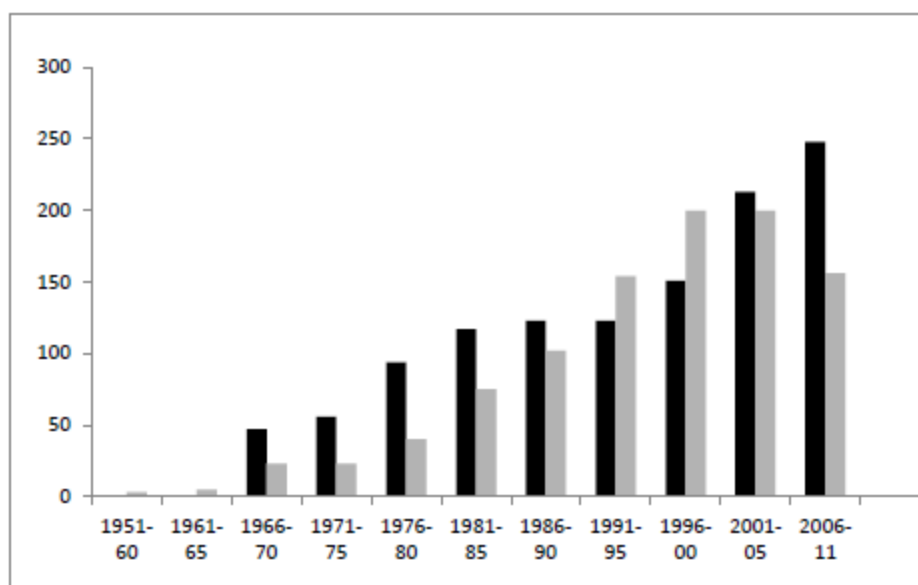


Fig. 1 – Número de textos (artigos e notas) publicados na *Nature* (a preto) e na *Science* (a cinzento) com referências ao big bang. A grande maioria dos artigos e notas é de cosmologia.²⁹¹

Não nos deve passar despercebido o facto de, tal como ilustra a figura, os textos com referências ao big bang serem especialmente numerosos a partir da segunda metade da década de 1960 (depois de uma quase ausência em períodos anteriores). Com efeito, isso está em perfeita consonância com o impacto provocado pelo anúncio da descoberta da radiação cósmica de fundo, em 1965.

Atualmente, é tal a hegemonia na pesquisa e no ensino da cosmologia, que podemos afirmar que a cosmologia do big bang é, em termos kuhnianos, uma «matriz disciplinar», uma «constelação de crenças, valores, técnicas, etc., partilhados pelos membros de uma determinada comunidade»²⁹², a comunidade dos cosmólogos. Alguns autores consideram mesmo que a cosmologia do big bang é hoje um paradigma, o paradigma da cosmologia, embora não no completo sentido proposto por Kuhn. É esse o entendimento de Kragh, que, a propósito da existência de paradigmas na cosmologia, especialmente na cosmologia moderna, afirma o seguinte:

Enquanto os historiadores concordam que a teoria das revoluções científicas de Kuhn não encaixa muito bem na história atual da ciência, a história da cosmologia oferece algum suporte à noção de ciência governada por paradigmas e mudanças

²⁹¹ Ibid., p. 33.

²⁹² Kuhn, Thomas (2000), p. 218.

revolucionárias, ainda que não no sentido radical originalmente proposto por Kuhn. (...). Tanto na história antiga como na história moderna, há diversos casos de crenças e tradições que constituíram uma quase inquestionada matriz de pensamento cosmológico e que, por isso, tiveram o carácter de paradigma. Assim, até cerca de 1910 acreditava-se que o universo estelar estava limitado à Via Láctea. (...) Da mesma forma, até 1930, a natureza estática do universo como um todo foi tomada por garantida. A cosmologia atual encontra-se solidamente fundada na teoria da relatividade geral de Einstein e num certo tipo de cenário big bang, elementos que estão, em larga medida, para além da discussão e são tomados como determinações principais da teoria cosmológica.²⁹³

Vemos que Kragh reconhece a cosmologia do big bang como atual paradigma cosmológico, reconhecimento que assenta no facto de esta cosmologia ser, segundo as suas palavras, «uma quase inquestionada matriz de pensamento cosmológico», com elementos que «estão, em larga medida, para além da discussão e são tomados como determinações principais» de toda a cosmologia. Mas, se, por um lado, se pode concordar com este reconhecimento da cosmologia do big bang como paradigma enquanto quadro de referência generalizadamente aceite e que é claramente dominante na cosmologia contemporânea, por outro lado, não se pode deixar de observar que a sua consolidação como cosmologia dominante está bem longe de ser um processo revolucionário no sentido proposto por Kuhn. Aliás, a este propósito, continua Kragh:

Contudo, embora possa ser tentador caracterizar estas crenças como paradigmáticas, elas são-no em um sentido diferente do que Kuhn falava na sua obra clássica de 1962, *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Em primeiro lugar, não há qualquer indicação de lacunas de incomensurabilidade radical no desenvolvimento que conduziu o universo estático Via Láctea ao atual modelo padrão da cosmologia do big bang.²⁹⁴

Vemos nesta observação que, segundo Kragh, o conceito de incomensurabilidade, inseparável da ideia kuhniana de revolução científica, não tem qualquer aplicabilidade no processo de consolidação da cosmologia do big bang. Também aqui não se pode estar

²⁹³ Kragh, Helge (2012), pp. 5-6.

²⁹⁴ Ibid., p. 6.

mais de acordo com Kragh. Com efeito, já vimos, e de seguida veremos ainda mais, que a cosmologia do big bang está fundada em *themata* muito antigos, mesmo milenares, que a ligam a anteriores conceções cosmológicas. Uma tal persistência *thematica* contraria claramente, como, aliás, Holton sempre defendeu, a ideia kuhniana de incomensurabilidade entre paradigmas.

A transição de um universo estático para o universo do modelo padrão do big bang foi um processo que se prolongou por cerca de meio século – entre 1917, com o primeiro modelo cosmológico de Einstein, e meados da década de 1960, com a descoberta da radiação fóssil. Segundo autores como Marx e Bornmann, que têm estudado a aplicabilidade do modelo de Kuhn à cosmologia moderna, esta transição não foi uma mudança assim tão rápida a ponto de se poder falar em revolução, no sentido defendido por Kuhn²⁹⁵. Outros autores, porém, como Jean-Pierre Luminet, que classifica como paradigma a cosmologia do big bang designando-a por «novo paradigma cosmológico»²⁹⁶, não têm problemas em ver neste processo de transição uma revolução científica. Vale a pena recordar o que já vimos atrás, quanto ao entusiasmo com que Luminet fala do primeiro artigo cosmológico de Friedmann:

Com o seu artigo de 1922, Friedmann introduz uma revolução científica da mesma amplitude da revolução copernicana. Na cosmologia pré-copernicana o espaço estava centrado num lugar muito particular, a Terra. Na cosmologia pré-friedmanniana o decorrer temporal do universo estava reduzido a um caso muito particular, a estaticidade, ou seja, a ausência de qualquer evolução.²⁹⁷

Na verdade, e ao contrário do que defendem Marx e Bornmann, meio século é um período relativamente curto quando considerado à escala da história do pensamento, em geral, e do pensamento cosmológico, em particular. É, aliás, inferior a períodos normalmente considerados revolucionários em ciência como é o caso da chamada *revolução copernicana*, que nos séculos XVI e XVII acabou com o mundo geocêntrico²⁹⁸.

²⁹⁵ Marx e Bornmann (2010), citados por Ibid., p. 6.

²⁹⁶ Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 18.

²⁹⁷ Ibid., p. 43.

²⁹⁸ Cf. Ibid., p. 14. Além do contexto científico, outros períodos da história humana também são consensualmente aceites como revolucionários, ainda que correspondam a transformações muito mais lentas do que estas mudanças do pensamento cosmológico, como é, por exemplo, o caso da chamada *revolução neolítica*.

Embora seja importante, a duração absoluta de um período de mudança não é, pois, razão suficiente para se lhe atribuir ou recusar o estatuto de período revolucionário, devendo considerar-se igualmente a amplitude da mudança em causa. E considerando a amplitude da mudança conceptual que corresponde à substituição de um universo estático por um universo evolutivo, com idade finita, origem singular e explosiva, é perfeitamente aceitável ver-se aqui uma revolução, como defende Luminet.

O problema, do ponto de vista kuhniano, é que esta mudança conceptual, embora de enorme amplitude, não está sujeita a uma incomensurabilidade radical, como afirma Kragh e de acordo com a perspectiva de Holton assente na ideia de persistência histórica dos *themata*. Na verdade, a mudança de paradigma aconteceu em torno de oposições *thematicas* como mudança/constância, evolução/estado estacionário, finitude/infinitude, que vimos a propósito da disputa entre big bang e steady-state, e essas oposições já existiam muito antes desta disputa, ou seja, durante a prevalência do antigo paradigma do universo estático, tal como continuaram a existir depois de a cosmologia do big bang se ter consolidado como corrente cosmológica dominante. Como já sabemos, os *themata* e as suas oposições são os mesmos ao longo do tempo, independentemente de se estar, usando termos kuhnianos, num período revolucionário ou num período de ciência normal. E esta persistência dos *themata* e das suas oposições assegura, pois, uma continuidade entre grandes quadros conceptuais de referência existentes em diferentes épocas numa determinada área e que, pela aceitação generalizada e praticamente inquestionada que têm durante as suas respetivas épocas, podemos classificar como paradigmas.

Daí que, a meu ver, a reconhecer-se à cosmologia do big bang um estatuto de paradigma, apenas se pode fazê-lo num sentido restrito: um quadro conceptual de referência aceite pela quase totalidade dos cosmólogos, uma matriz de pensamento claramente dominante e praticamente inquestionada na cosmologia contemporânea, como refere Kragh.

De facto, a esmagadora maioria dos cosmólogos acredita numa origem singular, numa explosão inicial e numa evolução do universo. Muitos deles obtêm ou interpretam dados observacionais possibilitados por uma complexa panóplia instrumental propositadamente criada para observar vestígios fósseis do universo primordial ou

simular supostas condições iniciais do universo. Muitos outros teorizam apaixonadamente sobre questões que a cosmologia do big bang tem por resolver. À exceção de uma minoria pouco ou nada convencida pelo big bang, toda a investigação científica no âmbito da cosmologia se desenvolve atualmente, com o contributo de outras ciências físicas como a física de partículas, a astronomia e a astrofísica, no quadro da cosmologia do big bang, que desde há décadas é generalizadamente ensinada, da escola básica à universidade, formando os futuros cosmólogos, assim como os futuros físicos, astrónomos e astrofísicos.

A par da sua consolidação dentro das suas fronteiras disciplinares, a cosmologia do big bang disseminou as suas ideias essenciais para além das fronteiras da cosmologia e mesmo para além das fronteiras das ciências da natureza, chegando às humanidades, às artes e às ciências sociais, conquistando igualmente o grande público, de tal forma que é atualmente um domínio científico muito popular.

Recorrendo novamente ao texto de Kragh «What's in a Name: History and Meanings of the Term “Big Bang”», podemos ver que o big bang é um tópico presente em milhares de artigos científicos, nomeadamente em artigos de cosmologia e de outras ciências da natureza (fig. 2).

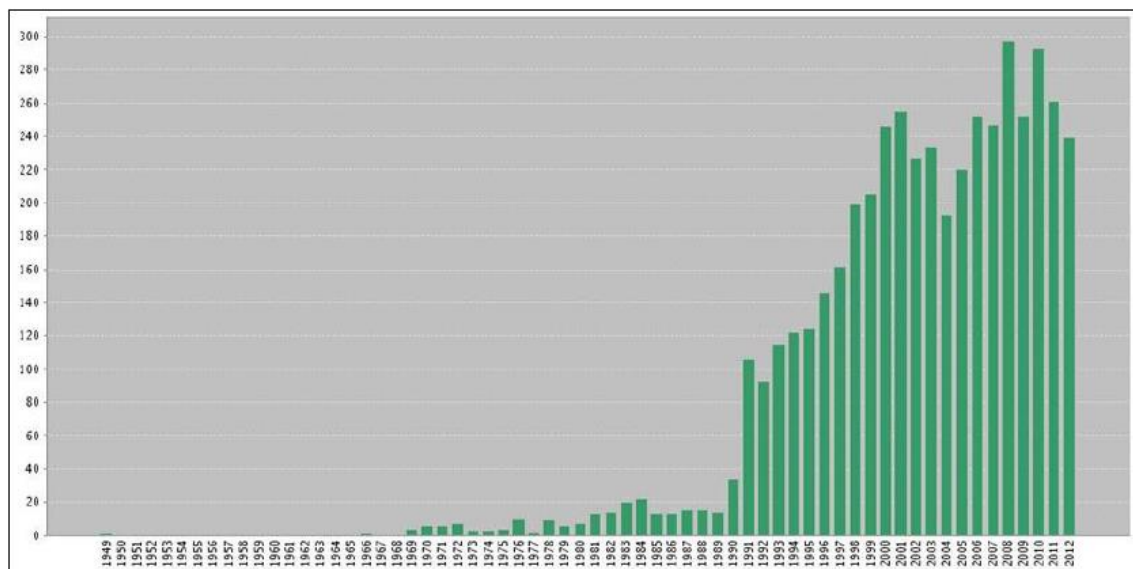


Fig. 2 – *Web of knowledge* mostrando o número de artigos científicos (de cosmologia e outras ciências da natureza) que têm o big bang como tópico (até dezembro de 2012). Total de artigos: 4.548. Destes artigos, quase 2.000 têm o termo *big bang* no seu título.²⁹⁹

Como se vê pela figura, a presença do big bang nos artigos científicos começa a ser notória a partir da segunda metade da década de 1960, mas é no início da década de 1990 que essa presença sofre um aumento drástico.

Para além disso, Kragh mostra que o big bang é um tópico que aparece em cerca de 500 artigos de humanidades, artes e ciências sociais publicados nas últimas quatro décadas (dos quais cerca de duzentos têm mesmo o termo *big bang* nos seus títulos), com uma tendência de aumento vertiginoso iniciada por volta de 1980 (fig. 3).

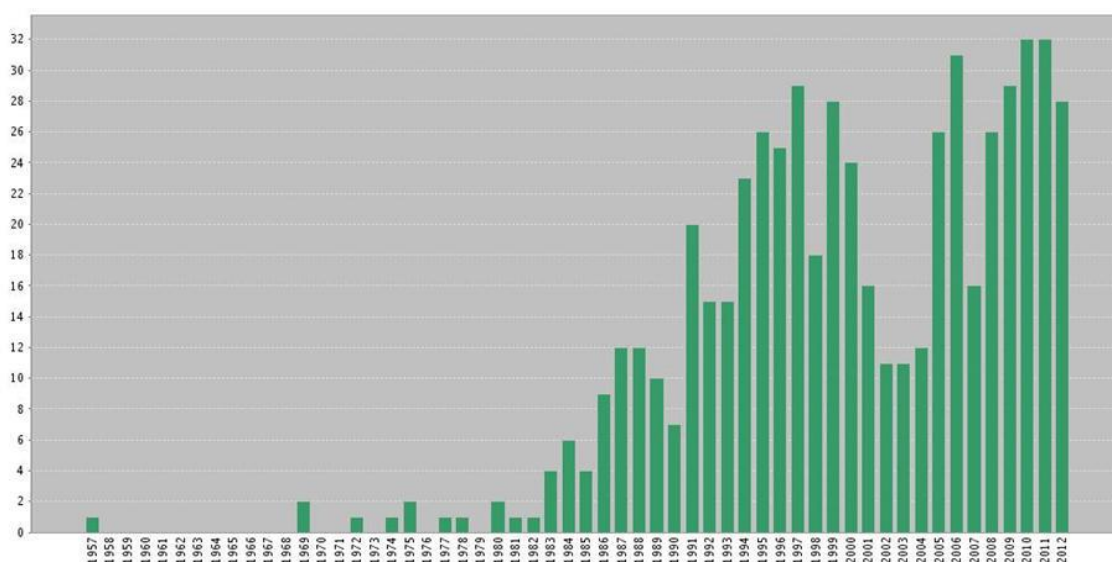


Fig. 3 – *Web of knowledge* mostrando o número de artigos de humanidades, artes e ciências sociais que têm o big bang como tópico (de 1957 a dezembro de 2012). Número total: 498.³⁰⁰

Por vezes, e segundo Kragh, o termo *big bang* é usado de forma unicamente metafórica, no sentido de mudança drástica, por oposição a uma mudança demorada³⁰¹, e não no sentido cosmológico original. Isso tanto acontece nas ciências da natureza como noutras áreas disciplinares. No âmbito das ciências da natureza, por exemplo, o famoso evento de Tunguska (em 1908) tem sido descrito como *big bang da Sibéria*, o súbito aumento de biodiversidade no Câmbrio é por vezes apelidado pelos biólogos de *big bang da*

²⁹⁹ Kragh, Helge (2013), p. 32.

³⁰⁰ Ibid., p. 34.

³⁰¹ Cf. Ibid., pp. 34-35.

biologia, enquanto a origem dos genes é por vezes tratada como uma de duas possibilidades – *big bang* ou *criação contínua*, o que remete explicitamente para a cosmologia³⁰². Relativamente a outras áreas disciplinares, Kragh refere o caso de ciências sociais como a economia, onde «a metáfora do big bang tem sido extensamente usada em discussões sobre a forma de transformar economias centralizadas em economias de mercado» e alguns saltos para economias de mercado são descritos como *big bangs económicos*³⁰³.

Fora das ciências da natureza, nomeadamente nas humanidades e nas artes, existem muitos outros exemplos da presença do big bang, não como metáfora mas como ideia cosmológica. É o caso da teologia, que, como vimos, parece ter sido a primeira área não científica a acolher a hipótese do big bang, através do Papa Pio XII e muito antes de a cosmologia do big bang se constituir como cosmologia dominante. Trata-se, nas palavras de Hans Halvorson e Helge Kragh, de uma “teologia do big bang”, que vê na ideia de big bang a confirmação científica da ideia teológica de criação ex nihilo do universo.³⁰⁴ De forma muito mais crítica, também a filosofia tem dado atenção à hipótese do big bang e à cosmologia que a partir da mesma se desenvolveu, como mostram numerosos textos filosóficos sobre a origem e a evolução do universo no quadro desta cosmologia, sobre relações entre esta cosmologia e teísmo ou ainda sobre o princípio antrópico, intimamente associado a esta cosmologia. Filósofos como Ernan McMullin, W. Craig, P. Copan, W. Drees, P. Quinn, Adolf Grünbaum, Quentin Smith e Errol Harris, são alguns exemplos dessa atenção, com posições muito diversas que fazem das teses essenciais da cosmologia do big bang um tema de atual discussão filosófica³⁰⁵. Nas artes, é especialmente significativo o caso do escultor Josiah McElheny, com as suas *esculturas cosmológicas* a representar o big bang e a suscitar colaborações e análises de cosmólogos como David Weinberg, mas também outros artistas plásticos criaram obras que representam o big bang, como, por exemplo, Margo Anton, David Poppie e Joseph Morrit³⁰⁶.

³⁰² Cf. Ibid., p. 34.

³⁰³ Cf. Ibid., p. 35.

³⁰⁴ Cf. Halvorson, Hans e Kragh, Helge (2013).

³⁰⁵ Cf. Ibid.

³⁰⁶ Cf., por exemplo, Weinberg, David (2010).

Ainda mais impressionante é a proliferação do termo *big bang* em contextos não disciplinares, isto é, em contextos do domínio do grande público, contextos que poderemos designar por contextos populares. A este propósito, informa-nos Kragh:

Finalmente, o rótulo “big bang” é hoje usado numa variedade de contextos comerciais, culturais e artísticos que apenas têm o nome em comum com o significado cosmológico original do termo. Numerosos álbuns musicais, séries de televisão, filmes, bandas desenhadas, eventos desportivos e produtos comerciais de todo o tipo ostentam o nome que Hoyle cunhou casualmente em 1949. O álbum dos Rolling Stones de 2005 chamado “A Bigger Bang” é um exemplo, a popular comédia de televisão americana “Big Bang Theory” é outro.³⁰⁷

Além dos dois conhecidos exemplos do uso do «rótulo ‘big bang’» aqui trazidos por Kragh, vale a pena referir outros, não apenas por curiosidade, mas também para vermos como este uso está difundido um pouco por todo o mundo e em áreas tão diversas (e talvez inesperadas) como decoração e iluminação de edifícios, restauração, promoções de venda de alimentos, publicidade de novos modelos de automóveis, música pop e rock, eventos musicais, festas de aniversário, jogos eletrónicos, televisão, filmes de aventura e ação, circo, organizações não governamentais de combate à pobreza e até operações policiais. De facto, uma simples pesquisa na internet, através do Google, revela-nos exemplos como estes: empresa de mosaicos decorativos *Big Bang Mosaics* (EUA); candeeiros de teto *Big Bang* (EUA); múltiplas obras de arte (digital e em suportes físicos) com *Big Bang* no título (EUA); convites *Pop Art dos Buracos Negros de Big Bang* para uma *Big Bang Party* (disponíveis num sítio virtual); filme *Nanny Mcfee and the Big Bang* (EUA, 2010); filme *The Big Bang* (EUA, 2011); videoclube *Big Bang* (Brasil); grupo de música pop *Big Bang* (Coreia do Sul); performances visuais e musicais *Big Bang Factory* (sítio virtual); noites musicais *Big Bang* (EUA); *Big Bang – Festival Europeu de Música para Crianças* (vários países europeus, incluindo Portugal); espetáculo de circo *Big Bang Factory* (França); jogos eletrónicos *Big Bang Mini* e *Big Bang Wrestling* (distribuição internacional); restaurante *The Big Bang* (Reino Unido); café *Big Bang* (EUA); cadeia de piano bares *The Big Bang* (EUA); restaurante *Big Bang* (Singapura); pizzeria *Big Bang* (Brasil); restaurante *Big Bang Bagels* (Canadá); publicidade televisiva

³⁰⁷ Kragh, Helge (2013), p. 35.

a um novo automóvel BMW (Alemanha); promoção de venda de alimentos *Big Bang* (Portugal); organização não governamental de combate à pobreza e à exclusão social *Big Bang Ballers* (internacional); *Operação Big Bang* – operação policial para desmantelar um gigantesco esquema de fraudes (Brasil, 2013)³⁰⁸.

Na maior parte destes casos, o termo *big bang* (ou *Big Bang*) funciona como uma marca que promove um produto, como um simples rótulo, o «rótulo ‘big bang’», como lhe chama Kragh. Nalguns casos, o termo mantém o sentido de acontecimento em grande escala (caso da referida operação policial), de explosão (caso do design dos referidos candeeiros) ou de fragmentação (caso dos referidos mosaicos). Noutros, o termo é apenas um nome considerado interessante. Em geral, o termo *Big Bang* (em maiúsculas) tem conotação positiva e cativante (como outras expressões metafóricas: *explosão de cor*, *explosão de alegria...*), indiciando coisa boa e interessante. E sendo muito sonoro e visual, este termo estimula facilmente a imaginação e tem grande poder para chamar a atenção. Com ponto de exclamação, como por vezes aparece, o seu efeito é obviamente ainda maior: *Big Bang!*.

Como vimos, exemplos como estes podem ser facilmente encontrados através de uma simples pesquisa na internet. Aliás, a presença do big bang na internet é impressionante. Segundo Kragh:

Uma busca no Google por “big bang” dá 167 milhões de resultados, enquanto a busca no Google Scholar dá 231.000 resultados (a combinação “big bang” e “universo” reduz os valores para 28,6 milhões e 124.000, respetivamente).³⁰⁹

Este cenário de profusão do big bang fica ainda mais notável quando juntamos a tudo isto os numerosos livros de divulgação sobre a origem e evolução do universo ou que incluem capítulos sobre o assunto, alguns deles grandes *best-sellers* mundiais, como *Os Três Primeiros Minutos* de Steven Weinberg (1977), *Cosmos* de Carl Sagan (também série televisiva de sucesso mundial, 1980) ou *Breve História do Tempo* de Stephen Hawking (1988), assim como uma grande diversidade de imagens, notícias, artigos e documentários relacionados com o big bang e que, desde há alguns anos, encontramos

³⁰⁸ Pesquisa realizada através do motor de busca Google em 01/07/2014.

³⁰⁹ Kragh, Helge (2013), p. 35.

em jornais, revistas e televisões. Como diria Kragh, «embora tenha levado muito tempo a tornar-se cativante, o big bang conseguiu definitivamente sê-lo»³¹⁰.

Esta forte presença do big bang na cultura contemporânea permite-nos reconhecer à cosmologia do big bang, não apenas um grande sucesso dentro da cosmologia, no sentido em que é aceite pela quase totalidade dos cosmólogos, como também um grande sucesso fora da cosmologia, havendo, neste segundo caso, a considerar uma presença significativa em diversas áreas disciplinares, científicas ou não científicas, e também uma presença significativa em diversos contextos populares.

Vimos que, de alguma forma, os *themata* estiveram envolvidos nos desenvolvimentos que, há várias décadas, acabaram por consolidar a hipótese do big bang na comunidade cosmológica. Podemos agora perguntar-nos até que ponto a matriz *thematica* da cosmologia do big bang a torna atraente e promove o seu atual sucesso, quer dentro das suas fronteiras disciplinares, quer fora.

As observações experimentais fundamentam certamente esse sucesso junto da comunidade dos cosmólogos, pelo reconhecimento de que parece haver fortes provas a favor da hipótese do big bang (como a radiação cósmica de fundo e a abundância relativa de elementos químicos como o hélio). Por outro lado, a sua aceitação generalizada dentro da cosmologia, ou seja, o seu sucesso dentro das suas fronteiras disciplinares, é uma condição favorável para a aceitação da hipótese do big bang fora destas fronteiras – pois é de crer que, se os cosmólogos não criassem um consenso interno em torno desta hipótese, a sua vasta aceitação no exterior da cosmologia seria mais difícil. Mas, além da solidez teórica e da dimensão experimental, que outros fatores contribuirão para essa adesão generalizada dos cosmólogos e para a notável difusão fora das fronteiras disciplinares, a ponto de a cosmologia do big bang se tornar presente noutras áreas, científicas e não científicas, e a ponto de se tornar tão popular?

Pode-se ensaiar aqui uma abordagem *thematica*, procurando, numa perspetiva holtoniana, grandes “linhas de força” *thematicas* que possam de alguma forma ajudar a compreender este sucesso dentro e fora da cosmologia. E como se reconhece aos *themata* uma natureza longitudinal e transversal (objetiva) assim como pontual

³¹⁰ Ibid., p. 35.

(subjativa, psicológica), faz todo o sentido que se procure, na matriz thematica da cosmologia do big bang, linhas de força longitudinais, transversais e “pontuais”. É o que farei de seguida.

1. linhas de força longitudinais

Vimos que Holton integra a disputa entre big bang e steady-state numa longa tradição thematica que vem de Heráclito e Parménides. A cosmologia do big bang, em particular, inscreve-se, segundo Holton, na herança de Heráclito – uma cosmologia evolucionista, fundada no thema da *mudança* (ou *variância*). Mas outras persistências thematicas, com raízes tão ou ainda mais antigas do que aquela, podem igualmente ser procuradas e identificadas na estrutura conceptual da cosmologia do big bang.

1.1. a fórmula evolutiva

Com efeito, quanto às raízes longínquas da matriz thematica da cosmologia moderna, Holton chama a atenção para a persistência de uma componente thematica associada a ideias cosmogónicas muito antigas. É esse o sentido destas suas palavras:

(...) vemos a componente thematica a operar desde tempos muito remotos em fontes de ideias cosmogónicas encontradas mais tarde na Teogonia de Hesíodo e no Génesis. Na verdade, nada melhor do que as especulações cosmológicas para conseguirmos ver a persistência de grandes questões e a obstinação de certos padrões pré-selecionados para definir e resolver problemas.³¹¹

Relativamente à antiguidade clássica, Holton baseia-se em Francis Cornford, especialista em cultura clássica que dedicou a segunda parte da sua obra póstuma *Principium Sapientiae – The Origins of Greek Philosophical Thought* às origens míticas e rituais da cosmogonia dos Gregos. E vale a pena citar Cornford, acerca do princípio do mundo que a cosmogonia jónica concebia em três etapas:

³¹¹ Holton, Gerald (1975), p. 44.

(1) uma Unidade primitiva, um estado de indistinção ou fusão no qual fatores que mais tarde se tornariam distintos emergiram em conjunto. (2) Desta Unidade emergem, por separação, partes de coisas opostas (...). Uma vez conseguida, esta separação leva à disposição das grandes massas elementares que constituem a ordem do mundo e à formação dos corpos celestes. (3) Os Opostos interagem ou reúnem-se em fenómenos meteóricos ou na produção das coisas vivas individuais (...).³¹²

Ao ler isto é realmente impossível não reconhecer a proximidade entre as teses cosmogónicas jónicas e a cosmologia do big bang, proposta alguns milénios mais tarde, quer na versão do átomo primitivo de Lemaître, quer na versão do gás de neutrões superdenso e superquente de Gamow. A similitude não se encontra apenas da ideia de um mundo em evolução mas também na ideia de que tal evolução acontece primeiramente por desintegração, a partir de uma unidade inicial, seguida de agregação de entidades resultantes da desintegração. Trata-se da mesma *fórmula*. Como Holton refere:

Quando transferimos estas conceções do nível animista para o nível físico, esta fórmula cosmogónica recorre ponto por ponto, na atualidade, nos campos evolucionistas da cosmologia moderna.³¹³

A palavra *fórmula* introduzida por Holton é muito significativa, remetendo sugestivamente para as *Pathosformeln* de Warburg. Com efeito, já não estamos só perante a ideia de evolução, mas perante uma fórmula de evolução, uma fórmula cosmogónica persistente no saber ocidental, a tal ponto persistente que já é milenar. Recordemos que, segundo Warburg, a história da cultura, e, portanto, do saber, é atravessada por fórmulas conceptuais perenes que tomam novas formas em diferentes épocas e contextos, as *Pathosformeln*. Estamos, neste caso, perante uma fórmula cosmogónica antiga que renasce na cosmologia do séc. XX, numa complexa forma imaginada pelos cosmólogos relativistas do big bang.

Mas Holton assinala a presença da segunda parte desta fórmula cosmogónica em ideias ainda anteriores aos Gregos, nomeadamente em mitos cosmogónicos como o do Génesis. Trata-se da ideia de evolução por desintegração, que Holton identifica nas

³¹² Cornford, Francis (1952), citado por Ibid., p. 45.

³¹³ Holton, Gerald (1975), p. 45.

ideias cosmogónicas antigas como evolução por rutura dicotómica, com formação de opostos («developmental breakup into antitheticals»³¹⁴). Para Holton, a dicotomização (que considera a mais simples, mais frequente e mais poderosa forma de diferenciação³¹⁵, um thema metodológico fundamental) é mesmo a fórmula cosmogónica do Génesis:

Os primeiros trinta e um versículos do Génesis são também, do ponto de vista thematico, uma significativa proliferação por repetida dicotomização. No primeiro dia ocorre a separação do céu e da terra, assim como da luz e das trevas (dia e noite, tarde e manhã). No segundo dia, céu e águas separam-se. No terceiro, encontramos a dicotomia dos mares e da terra, assim como do animado e do inanimado (a terra produzindo plantas). No quarto, aparecem o maior e o menor dos luzeiros do firmamento celeste; no quinto, dois tipos de animais, na água e no ar; e, no sexto, os animais terrestres e o homem. Toda a sequência evidencia o significado que o dicionário dá de dicotomia – literalmente um corte em partes, uma separação de uma classe em duas subclasses que diferem em alguma qualidade ou atributo.³¹⁶

Segundo o Génesis, uma repetida dicotomização conduz o mundo de uma unidade inicial para uma progressiva multiplicidade e diversidade. A observação de Holton é, aliás, próxima das teses do antropólogo estruturalista Claude Lévi-Strauss, que também atribui aos mitos uma estrutura antinómica, expressa na forma de oposições ou dualidades³¹⁷.

Tudo isto corresponde a uma longa persistência thematica que atravessa milénios de história e se manifesta na cosmologia atual. Com efeito, acrescenta Holton:

A persistência de themata fundamentais é muito bem ilustrada pelo facto de ideias básicas análogas infundirem a cosmogonia do campo evolucionista dos cosmólogos modernos.³¹⁸

Também outros autores, como Carl Sagan, assinalam na cosmologia do big bang reminiscências dos mitos de criação existentes em diversas culturas, nomeadamente na

³¹⁴ Holton, Gerald (1998), p. 150.

³¹⁵ Cf. Ibid., p. 148.

³¹⁶ Ibid., p. 150.

³¹⁷ Cf. por ex., Lévy-Strauss, Claude (1964).

³¹⁸ Holton, Gerald (1998), p. 150.

ideia de unidade inicial, «uma espécie de ovo cósmico», como diz Sagan³¹⁹, primeira parte da fórmula evolutiva em causa. E outros autores, como Merleau-Ponty, assinalaram igualmente esta velha tradição cosmológica de pensar o movimento criador como passagem «do uno ao múltiplo, de uma fragmentação da unidade originária»³²⁰ (segunda parte da fórmula). Na perspetiva deste autor, essa tradição tem raízes arcaicas e corresponde a uma projeção antropomórfica de imagens primordiais e familiares:

imagem demasiado arcaica para que uma aquisição mesmo decisiva do conhecimento racional da natureza consiga apagar: não é o nascimento uma separação abrupta [un arrachement]?³²¹

É provável que estas imagens primordiais e familiares (que Bachelard consideraria obstáculos epistemológicos) favoreçam aquela que Holton reconhece como uma «tendência quase automática para a bifurcação» com aparentes «raízes na ontogenia ou filogenia das ideias, ou ambas»³²². Na verdade, e segundo Holton, desde sempre preocupado com a origem psicológica dos themata (ou, melhor, com a origem e cristalização da componente subjetiva dos themata),

Os psicólogos da infância dizem-nos que uma das primeiras e mais importantes conquistas cognitivas do recém-nascido é dicotomizar a totalidade da experiência como si versus o outro e então dicotomizar mais as outras entidades (assim como acima/abaixo, direita/esquerda, frente/trás, etc.). Na mesma linha, Ernst Gombrich defende que a aprendizagem das crianças procede essencialmente por diferenciação, delimitando constantemente mais a “massa indiferenciada” original.³²³

Ora, a fórmula evolutiva do universo da cosmologia do big bang é dicotómica, na sua segunda parte. E, se há uma tendência natural para a dicotomização a partir de unidades indiferenciadas, então a cosmologia do big bang vai ao encontro dessa tendência psicologicamente relevante e antropologicamente reconhecida.

Este movimento desintegrador da evolução cósmica é posteriormente complementado pelo movimento contrário, agregador: à desintegração (a partir de uma unidade inicial),

³¹⁹ Cf. Sagan, Carl (s.d.), p. 282.

³²⁰ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 355.

³²¹ Ibid., p. 355.

³²² Holton, Gerald (1998), pp. 149-150.

³²³ Ibid., p. 150.

geradora de uma multiplicidade e diversidade de entidades pequenas e simples, segue-se a integração (dessas entidades simples), geradora de multiplicidade e diversidade de entidades grandes e complexas (inanimadas ou vivas). A terceira parte da fórmula evolutiva do universo refere-se, pois, a uma evolução para a complexidade, pela progressiva formação de uma multiplicidade e de uma diversidade de entidades complexas, entre as quais organismos e sistemas vivos, que tornam o universo, no seu todo, cada vez mais complexo.

Também aqui a cosmologia do big bang retoma antigas concepções cosmogónicas. No contexto do Génesis, por exemplo, o mundo vai-se dicotomizando e, ao mesmo tempo, a diversidade de seres complexos vai aumentando de tal forma que o mundo, no seu todo, se vai complexificando (atingindo o nível mais elevado de complexidade com a chegada do homem).

Quanto à possibilidade de o universo ser cíclico ou oscilante, admitida por Friedmann no seu primeiro artigo cosmológico e posteriormente discutida por Lemaître, Gamow e outros cosmólogos³²⁴, também corresponde a uma antiquíssima concepção cíclica do mundo, já observada, pelo menos, desde os Gregos³²⁵. Uma história cíclica do universo integra a fórmula evolutiva que temos estado a ver, enquanto primeira parte (evolutiva) de um ciclo de evolução/involução que se repete. A segunda parte do ciclo, involutiva, é essencialmente uma inversão da fórmula.

É óbvio que o steady-state não se adequa a esta visão cíclica, mas o big bang adequa-se perfeitamente – aliás, recordemos que, na versão gamowiana, até se admite que o gás de neutrões primordial possa ter resultado de um processo de involução anterior (a que não conseguimos ter acesso).

Independentemente de o universo ter ou uma fórmula (evolutiva e involutiva) cíclica, esta fórmula assenta na constância da massa/energia ao longo do tempo. Segundo a cosmologia do big bang, a matéria (com a sua massa) e a energia participam em processos evolutivos ou involutivos mas a sua quantidade não varia: a quantidade total que hoje existe é a mesma que existia no big bang e a mesma que continuará a existir

³²⁴ Cf. Kragh, Helge (2013a).

³²⁵ Cf. Kragh, Helge (2012a), p. 2.

no futuro, por mais longínquo que seja. Ora, a constância da massa/energia (normalmente designada por conservação da massa/energia) é um thema com uma longevidade já secular (iniciada no século XVIII com Lavoisier) e constitui um dos princípios naturais experimentalmente mais testados e observados. Pode dizer-se que a conservação da massa/energia é, desde há muito tempo, unanimemente aceite e reconhecida como um dos mais fundamentais e universais princípios da natureza, o que joga a favor da cosmologia do big bang e contra a cosmologia do steady-state (onde o princípio também é considerado, mas com uma formulação muito heterodoxa, por se restringir apenas ao universo observável, com uma perda de matéria devida à expansão a ser precisamente compensada pela criação contínua de matéria, e não a todo o universo).

Mesmo sem considerar um universo cíclico, se imaginarmos uma inversão da expansão como se observássemos um filme cosmológico a ser rebobinado até tudo – espaço e matéria/energia – ficar concentrado num ponto, facilmente conduzimos a nossa imaginação até à hipótese de uma singularidade inicial do universo. Nesta fórmula evolutiva a correr ao contrário, a diferenciação do big bang dá lugar ao processo oposto, uma integração que regressa a uma unidade primitiva, uma unidade que é raiz de toda a multiplicidade posterior, ou seja, uma unidade subjacente. A procura de uma unidade subjacente à multiplicidade ou diversidade corresponde à unificação, um velho thema metodológico que Holton identificou nas ciências físicas.

Quando atualmente, em aceleradores de partículas, se observa partículas a interagir a altas energias, as interações eletromagnética, forte e fraca tornam-se indistintas. As três interações são, afinal, três manifestações de uma única interação. Ora, a escala de energia a que as três interações se tornam indistintas, designada por escala de unificação, é a mesma escala de energia que, segundo os estudos cosmológicos, terá existido poucos instantes após o big bang. Ou seja: de acordo com o modelo padrão da física de partículas e com o modelo padrão da cosmologia do big bang, no início do universo haveria uma interação que, com o arrefecimento provocado pela expansão, se “partiu” em três. Essa unidade, atualmente apenas observada em experiências de altas energias realizadas em aceleradores de partículas, teria existido nos primórdios do universo (cujas supostas condições são simuladas por aquelas experiências). A tentativa

de conseguir uma *teoria final* (ou *teoria de tudo*, nome bastante exagerado, uma vez que apenas se refere à compreensão das partículas e das interações) assenta na hipótese de que todas as interações fundamentais da natureza, não apenas aquelas três mas também a interação gravitacional, são diferentes manifestações de uma só³²⁶. E essa unidade, ou unicidade, teria existido nos primeiros instantes do universo descritos pela cosmologia do big bang.

Esta unificação possibilitada pela cosmologia do big bang integra-se na tradição que, desde Galileu, anima a cosmologia e as ciências físicas: unificação ontológica do universo, universalização das leis do movimento e da gravitação, unificação da eletricidade e do magnetismo, descoberta de que apenas algumas dezenas de elementos constituem toda a diversidade material, unificação da massa e da energia, unificação da interação eletromagnética e da interação nuclear fraca, unificação da interação electrofraca com a interação nuclear forte (unificação gauge do modelo padrão da física de partículas) e, enfim, uma procura de uma *teoria de tudo* capaz de unificar as quatro interações fundamentais da natureza – eletromagnética, forte, fraca e gravitacional – e para a qual a teoria das cordas (ou supercordas) se apresentou recentemente como candidata.

A cosmologia do big bang encaixa-se nesta velha tendência de procurar a unidade por detrás da multiplicidade. Esta ambição de encontrar uma unidade última (ou primeira, podemos dizê-lo no quadro da cosmologia do big bang) tem raízes longínquas (por exemplo, no atomismo ou na teoria dos quatro elementos dos Gregos) mas pode esbarrar na impossibilidade implicada no teorema da incompletude de Gödel, que, segundo alguns autores³²⁷, impede a almejada formulação de uma *teoria de tudo*. Contudo, ainda que seja inalcançável, uma tal teoria funciona como um limite para o qual tende a busca da unidade, thema bastante sedutor nas ciências da natureza.

Esta procura da unidade subjacente à multiplicidade é simultaneamente uma procura da simplicidade por detrás da complexidade, pelo que, ao propor um início simples, ainda que caótico, para o universo, a cosmologia do big bang persegue também um outro velho thema extremamente sedutor. Ao perseguir a simplicidade, a cosmologia

³²⁶ Cf. Weinberg, Steven (1993).

³²⁷ Cf. Hawking, Stephen (2002).

do big bang vai ao início de tudo, ao início da sua fórmula evolutiva, um estado de simplicidade máxima que, devido à posterior evolução para a complexidade, o universo nunca mais voltará a conhecer (a não ser que seja cíclico e venha a ter um big crunch). Como reconhece Steven Weinberg, «o universo nunca mais voltará a ser tão simples e tão fácil de descrever»³²⁸ como no seu início, o que, por outras palavras, significa que à simplicidade ontológica do universo primordial corresponde uma simplicidade epistemológica – uma parcimónia ou economia de pensamento que, aliás, já seduzia Lemaître e o levava a satisfazer-se com a capacidade com que, aos seus olhos, a teoria do átomo primitivo conseguia «dar conta de toda a complexidade do mundo atual» através de «uma só hipótese»³²⁹. Ainda que o Ylem superquente e superdenso do modelo padrão do big bang não seja tão simples como o átomo primitivo da hipótese de Lemaître, o início do universo continua a ser muito simples e o mais simples estado que até agora, segundo aquele modelo, o universo conheceu.

Tudo isto integra a cosmologia do big bang na velha demanda da unificação, esse persistente esforço rumo a uma visão unificada e mais simples da natureza. Como afirma Weinberg, que participou ativamente e de forma bem-sucedida nesta demanda, ao contribuir para a unificação da força eletromagnética com a força nuclear fraca:

Uma das esperanças mais duradouras do homem tem sido a de encontrar um pequeno conjunto de leis simples e gerais que expliquem porque é que a natureza, com toda a sua aparente complexidade e variedade, é como é.³³⁰

A cosmologia do big bang também alimenta essa velha esperança, o que joga a seu favor.

1.2. big bang, mito e religião

³²⁸ Weinberg, Steven (1987), p. 119.

³²⁹ Lemaître, Georges (1997b), p. 262.

³³⁰ Weinberg, Steven (1974), p. 56.

O lugar deixado vazio pelo declínio da crença no mito cosmogónico do Génesis acabou por ser ocupado, em certo sentido, pela cosmologia (cosmogónica) do big bang. Logo à partida, porque esta é uma cosmogonia integral, sobre a origem de todo o universo. Mas há outras razões, relacionadas com as características do pensamento mítico, que podem ter contribuído para isso. Vejamos.

Já vimos que a cosmologia do big bang tem semelhanças thematicas com mitos cosmogónicos, nomeadamente quanto à *fórmula* evolutiva. Se o pensamento científico da cosmologia do big bang tem semelhanças thematicas com o pensamento mítico, poderemos então dizer que, em certo sentido, a cosmologia do big bang é um ainda um mito cosmogónico?

Sabemos que o mito, no seu sentido cosmogónico, é uma narrativa sobre a história do universo que remete para tempos primordiais a explicação da ordem que conhecemos. Ora, nesse sentido da narratividade, as semelhanças da cosmologia do big bang com o pensamento mítico são óbvias: independentemente da fórmula evolutiva, a cosmologia do big bang é basicamente uma narrativa que faz remontar o universo à sua origem e acompanha a sua evolução até hoje (abrindo ainda perspetivas quanto ao futuro), conferindo ao universo uma verdadeira historicidade.

Os estudiosos do mito assinalam que os mitos cosmogónicos envolvem acontecimentos extraordinários ocorridos nos tempos primordiais que agora são impossíveis de observar³³¹, assumindo a ordem inicial do mundo como profundamente diferente da ordem atual.

Ora, vimos que Lemaître considerou que «o princípio do mundo foi muito diferente da ordem atual do mundo»³³². Na verdade, a ideia de big bang aponta no sentido de uma possível criação ex nihilo de todo universo, de uma singularidade inicial do espaço-tempo, de uma concentração de toda a matéria do universo num estado de densidade, pressão e temperatura inimagináveis, de uma desintegração violenta de uma unidade inicial, de forças de interação unificadas, de uma sopa indiferenciada de matéria e radiação com constantes colisões, num estado caótico próximo do equilíbrio térmico,

³³¹ Cf., por ex., McDowell, John, in Strauss, Walter, Gregory Schrempp, Camille Bacon-Smith et al. (1998), p. 80.

³³² Lemaître, Abbé G. (1931b), p. 706.

em expansão inimaginavelmente rápida, mesmo mais rápida do que a luz (a inflação, proposta posteriormente por Guth³³³, e que consiste numa gigantesca expansão acelerada do espaço ocorrida num brevíssimo intervalo de tempo logo nos primeiros instantes do universo, terá sido um fenómeno sem igual na atualidade). Estamos perante uma «titânica explosão cósmica», como lhe chama Carl Sagan³³⁴, uma época recheada de acontecimentos que não têm paralelo com o que hoje conseguimos observar e que, por isso mesmo, vemos como extraordinários e mesmo espetaculares (pelo carácter explosivo e ao mesmo tempo grandioso). Podemos dizer, parafraseando Lemaître, que a ordem inicial do mundo não tem mesmo nada a ver com a sua ordem atual.

Como Merleau-Ponty assinala:

Se a Cosmogonia de condensação é desde a sua origem de inspiração racionalista, a imagem explosiva é, pelo contrário, mais perturbada e mais perturbadora. Esta evoca uma ontologia dramática, feira de rutura, de dissociação, de degradação. Evoca também a descontinuidade lógica, o acaso, a acumulação inexplicada de condições excecionais e improváveis.³³⁵

Esta «ontologia dramática» da cosmologia do big bang, plena de «condições excecionais e improváveis», é inegavelmente semelhante à ontologia dos antigos mitos cosmogónicos. N'os *três primeiros minutos* do universo, descritos por Steven Weinberg na sua obra mais popular (*Os Três Primeiros Minutos – Uma Análise Moderna da Origem do Universo*³³⁶), terão acontecido coisas verdadeiramente extraordinárias, tal como nos seis primeiros dias do Génesis.

A cosmologia do big bang descreve um conjunto de acontecimentos grandiosos que parecem o primeiro capítulo de uma longa história épica que culmina na diversidade e na complexidade que agora conhecemos. E não é certamente por acaso que em 1978 o biólogo americano Edward Wilson cunhou a expressão *epic of evolution*³³⁷ para denominar a grandiosa história de um universo que partiu de uma simples

³³³ Guth, Alan H. (1981).

³³⁴ Sagan, Carl (s.d.), p. 282.

³³⁵ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 356.

³³⁶ Weinberg, Steve (1987).

³³⁷ Wilson, Edward (1978).

singularidade, sofreu acontecimentos extraordinários e evoluiu para a complexidade, até à vida inteligente.

Quanto ao que poderá ter estado por trás, ou antes, da singularidade inicial, a cosmologia do big bang confronta-se com uma inacessibilidade radical, uma vez que é algo que se situa além da física e de qualquer forma possível de conhecimento científico. Aliás, como vimos, os apologistas do steady-state agarravam-se precisamente a essa incognoscibilidade para fragilizarem a ideia do big bang. Vale a pena recordar as palavras de Lemaître, que, por seu lado, afirmou:

Pessoalmente, aprecio que uma tal teoria fique inteiramente fora de qualquer questão metafísica ou religiosa. Deixa o materialista livre para negar todo o ser transcendente (...). Para o crente, [a teoria] exclui qualquer tentativa de familiaridade com Deus (...). Isto está de acordo com a palavra de Isaías do “Deus Escondido”, escondido mesmo no início da criação.³³⁸

Embora tente manter Deus fora do estudo cosmológico, quando Lemaître admite que por trás do «quantum inicial»³³⁹, ou seja, além do que a física consegue estudar há algo escondido, e nada menos do que Deus escondido, está, com efeito, a reconhecer e a convidar involuntariamente para um espaço de imaginação. Com efeito, se a física fornece, como afirma noutra passagem, um «véu que esconde a criação»³⁴⁰, então basta imaginar o que o véu esconde. Um crente pode imaginar Deus e a sua vontade de criar o universo, mas um ateu também pode imaginar algo (não divino) que explique a singularidade inicial (seja um quantum inicial, como imaginava Lemaître, ou seja outra coisa) e o sentido da posterior evolução do universo. E a imaginação, num território inacessível ao veredito da observação experimental, não tem constrangimentos nem limites.

A ideia do big bang oferece-se, portanto, como um enorme campo para a imaginação. E assim, onde uns viram ou veem fragilidade, muitos outros viram e veem um terreno fértil capaz de produzir as mais diversas teorias e divagações.

³³⁸ Lemaître, Georges (1972a), pp. 6-10.

³³⁹ Lemaître, Abée G. (1931b), p. 706.

³⁴⁰ Último parágrafo, não publicado, do manuscrito do artigo «The beggining of the world...». Citado, por ex., por Luminet, Jean-Pierre (1997), p. 68.

De facto, sejam cientistas, filósofos, teólogos, ou quem quer que simplesmente se interogue, a cosmologia do big bang, com a ideia de um início e de uma evolução do universo, convida inevitavelmente a perguntas do género:

- O que havia antes do big bang?
- Porque é que o big bang aconteceu?
- Ter-se-á o universo autocriado?
- Terá o universo sido criado por Deus?
- Porque é que o universo é como é?
- Como foram os primeiros instantes do universo?
- Como chegou o universo até ao que conhecemos?
- Como evoluirá o universo?
- Até que ponto estaria o futuro do universo inscrito na sua origem?
- Se o universo teve um início, também terá um fim? E como será?

Eis uma lista de questões difíceis, algumas mesmo de natureza não científica, facilmente objeto de grande imaginação. As questões que se referem aos primeiros instantes do universo e à sua evolução ao longo do tempo têm sido objeto de investigação sistemática ao longo de décadas e têm reunido apreciável consenso numa linha de pesquisa em que a física de partículas é especialmente relevante. Com efeito, há uma vasta comunidade internacional de físicos teóricos e experimentais a trabalhar nestas questões. Como exemplo especialmente ilustrativo, pode-se referir o CERN, laboratório de física de partículas que integra direta ou indiretamente alguns milhares de cientistas de dezenas de países, onde se associa o estudo das partículas a questões evolutivas do universo, mas a cosmologia do big bang é objeto de pesquisa muito alargada e envolve numerosos cientistas de numerosas instituições de todo o mundo. Aliás, alguns dos mais recentes prémios Nobel da Física consagram precisamente investigações de alguma forma relacionadas com a cosmologia do big bang e, em particular, com a compreensão

dos primórdios do universo e da sua evolução³⁴¹. Contudo, há questões que extravasam as fronteiras científicas, como as interrogações acerca de alguma intervenção divina na origem do universo, e outras que, embora científicas e como tal trabalhadas, jamais terão resposta consensual, possibilitando respostas diversas e controversas. E à falta de possibilidades de observação, pode sempre acontecer o que é próprio da imaginação *thematica* – deixar que certos *themata* orientem a imaginação – e o que Merleau-Ponty e Kragh assinalaram relativamente às discussões cosmológicas do segundo quartel do século XX – uma projeção de formas muito pessoais de ver o mundo, de certas filosofias próprias.

Há, no âmbito da cosmologia quântica, respostas absolutamente desligadas de qualquer interpretação religiosa do big bang, ao admitir-se que o universo pode ter sido criado, sim, mas autocriado por uma espontânea flutuação quântica. Há, contudo, cientistas que não resistem a trazer Deus para a discussão, como é o caso de Stephen Hawking na obra *Breve História do Tempo*, que acaba com a ideia otimista de que um dia, pela física e pela cosmologia, «conhecemos o pensamento de Deus»³⁴², mas que, posteriormente, na obra *The Grand Design*³⁴³, opta pela criação espontânea, assumindo explicitamente que é possível dispensar Deus desta questão. Outros cientistas, crentes, ligam mesmo a cosmologia à teologia; alguns são bastante ousados e controversos, como o físico Frank Tipler, que no livro *A Física da Imortalidade* considera a física como um ramo da teologia e defende que a evolução do universo pode assegurar-nos a imortalidade tradicionalmente assegurada pela religião³⁴⁴. Parece que neste contexto especulativo, e como diria Merleau-Ponty, a ideia do big bang, pela «acumulação inexplicada de condições excepcionais e improváveis», «abre o caminho a todas as formas de transcendência»³⁴⁵.

Aliás, o reconhecimento de condições excepcionais e improváveis está na origem de uma outra resposta, muito *sui generis*, a algumas das questões atrás enunciadas: o princípio antrópico cosmológico. Este princípio, que pretende explicar porque é que o universo é

³⁴¹ Em 2006, John Mather e George Smoot foram laureados com o Nobel da Física pela descoberta das anisotropias da radiação cósmica de fundo.

³⁴² Hawking, Stephen (2004), p. 213.

³⁴³ Hawking, Stephen e Mlodinow, Leonard (2010).

³⁴⁴ Cf. Tipler, Frank (2003).

³⁴⁵ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 356.

como é, porque é que existe, como começou, porque é que evoluiu como evoluiu, ou seja, o que está profunda e misteriosamente envolvido no próprio big bang, e sem recorrer a qualquer tese religiosa, tem várias versões enunciadas por diferentes físicos³⁴⁶.

Na sua versão fraca, o princípio antrópico estabelece que o universo é precisamente como deveria ser para que pudesse existir e evoluir, ou seja, as suas constantes fundamentais, como a velocidade da luz ou a massa do próton, por exemplo, estão fortemente “afinadas” (uma diferença mínima nos valores das constantes físicas impediria pura e simplesmente a existência do universo ou, pelo menos, a sua evolução até níveis elevados de complexidade como a vida). Enunciada por Robert Dicke, presumivelmente em 1957, esta versão afirma que:

Os valores observados de todas as grandezas físicas e cosmológicas não são arbitrários, mas restringidos pela condição de existirem locais onde a vida baseada no carbono pode evoluir e pela condição de o universo ter suficiente idade para que a vida tenha já emergido.³⁴⁷

Na sua versão forte, o princípio antrópico estabelece que um universo com as propriedades do nosso teria de evoluir necessariamente até níveis elevados de complexidade, nomeadamente vida inteligente. Proposta em 1974 por Brandon Carter, a versão forte afirma que:

O universo tem de ter as propriedades que permitam que a vida (e vida inteligente) se desenvolva em si em algum estágio da sua história.³⁴⁸

Mas, em 1977, surge uma terceira versão do princípio antrópico, a versão participativa. Com base na ideia quântica de que o observador cria a realidade, a nova versão estabelece que a vida inteligente era absolutamente indispensável à existência do universo, uma vez que a sua origem é um fenómeno quântico e como tal necessita de observador para ser real, ainda que esse observador só apareça posteriormente (ou seja, o universo surgiu com as propriedades certas para poder evoluir, e evoluir

³⁴⁶ Sobre as várias versões do princípio antrópico cosmológico e sobre possíveis interpretações éticas do mesmo, cf. Barbosa, João Lopes (2003).

³⁴⁷ Barrow, John e Tipler, Frank (1986), p. 16.

³⁴⁸ Ibid., p. 21.

necessariamente até à vida inteligente, única capaz de observar conscientemente o universo e assim criar retroativamente o mesmo!). Enunciada por John Wheeler, esta versão afirma que:

São necessários observadores para que o universo exista.³⁴⁹

Ou seja: o universo tinha de evoluir necessariamente até à vida inteligente para poder existir! Mas o princípio não se fica por aqui e, numa nova versão, que os seus proponentes chamaram versão final, estabelece que a vida inteligente não apenas era necessária como nunca mais deixará de existir. Proposta por John Barrow e Frank Tipler em 1982, afirma que:

O processamento inteligente de informação deve emergir no universo e, desde que tal tenha acontecido, esse processamento jamais deixará de existir.³⁵⁰

Segundo Holton, a tentativa de explicar, através do princípio antrópico, as questões mais profundas e misteriosas do próprio big bang trouxe novamente, pela porta de trás, o thema da existência contínua para o edifício da cosmologia, o mesmo thema que, como vimos no final do capítulo anterior, havia sido atirado janela fora com o descrédito do steady-state e a consolidação do big bang. De facto, afirma Holton:

A versão moderna da teoria cosmológica baseada no thema do ciclo vital (princípio, evolução e fim) triunfou por razões experimentais sobre a teoria rival baseada no thema da existência contínua e atirou-a pela janela – mas este thema já voltou a entrar pela porta de trás nas tentativas de explicação do próprio big bang.³⁵¹

Com efeito, o princípio antrópico, na sua versão final, assegura uma espécie de futuro sem fim, não apenas para o universo como para a própria vida. Mas, ainda segundo Holton, também o thema da teleologia, das causas finais, regressa com o princípio antrópico cosmológico. É esse o sentido desta passagem:

A introdução do “princípio antrópico” (...) causa desconforto a muitos físicos, porque parece completamente desajustada às formas que são aceites e com que estamos hoje habituados a compreender o mundo físico. Não está de todo deslocada aos olhos de um

³⁴⁹ Ibid., p. 22.

³⁵⁰ Ibid., p. 23.

³⁵¹ Holton, Gerald e Brush, Stephen G. (2005a), p. 521.

cientista que siga os princípios aristotélicos, um dos quais autoriza o uso de *causas finais* para explicar o que acontece no mundo. Na verdade, este tipo de explicação, sob o nome de *desígnio* ou *teologia natural*, era comum na biologia anterior à publicação d'Origem das Espécies de Charles Darwin. Parece, contudo, uma espécie de regressão a um tipo de raciocínio científico obsoleto e desacreditado.³⁵²

No seu esforço de manter a religião fora da física, de aceitar a criação ex nihilo mas dispensando um Criador para o universo, este princípio acaba por recuperar o thema da teleologia («um tipo de raciocínio científico obsoleto e desacreditado», como recorda Holton) ao estabelecer que o universo evoluiu de forma a que, algures e em determinado momento da sua história, emergissem seres inteligentes como os humanos capazes de, retroativamente, lhe conferir realidade através da observação. Tais seres inteligentes, como os humanos, teriam, pois, emergido necessariamente por evolução cósmica com esse fim criador. A vida inteligente estaria deterministicamente inscrita no big bang, funcionando como causa final de toda a evolução do universo. Como Holton afirma, «é difícil acreditar nisto»³⁵³. E, na verdade, reconheçamos, tudo isto constitui motivo de grande desconforto não apenas para muitos físicos, como refere Holton, mas muito provavelmente para a generalidade das pessoas.

Ora, se a produção de hipóteses baseada na cosmologia do big bang aconteceu e continua a acontecer com cientistas a ponto de hipóteses destas serem propostas, mais facilmente acontece com não cientistas, por não terem constrangimentos quanto ao que é tido como “politicamente (neste caso, cientificamente) correto” ou por a ideia do big bang ir, de alguma forma, ao encontro dos seus interesses e das suas convicções. Com efeito, a cosmologia do big bang, pela natureza das questões que envolve, adequa-se bem à manifestação de themata pessoais ou crenças religiosas.

Por exemplo, vimos que o Papa Pio XII acolheu com agrado a ideia do big bang, mas também o Papa João Paulo II, décadas mais tarde e já com a cosmologia completamente dominada por esta ideia, mostrou grande interesse na mesma. Isso mesmo recorda

³⁵² Ibid., p. 517.

³⁵³ Ibid., p. 515.

Stephen Hawking a propósito de uma conferência realizada no Vaticano em 1981 e na qual também participou³⁵⁴.

Esta sedução que o big bang exerce nas mentes religiosas é promovida e alimentada pelo thema da criação ex nihilo, que, como sabemos, está tradicionalmente associado à ideia de um Criador. E as associações entre cosmologia e teologia, entre o Big Bang e Deus, são atualmente um fenómeno muito generalizado em diversos meios intelectuais ou religiosos³⁵⁵. De facto, há inúmeros livros e artigos de divulgação que se referem, mais ou menos aprofundadamente, a essas associações; e uma simples e rápida pesquisa na internet revela muitos milhares de páginas sobre o tema “Deus e Big Bang”.

Num contexto cultural fortemente dominado pela ciência e pelo declínio das explicações religiosas da natureza ou, pelo menos, pelo declínio da crença num sentido literal de mitos cosmogónicos como o Génesis, tão importante nas religiões judaico-cristãs, a cosmologia do big bang, pelas questões que envolve e pela estrutura thematica que a sustenta, tem algumas características adequadas para apaziguar alguma sensação de vazio religioso em quem sinta tal necessidade.

Trata-se, contudo, de um entendimento exógeno, uma interpretação que usa uma teoria ou um conjunto de teorias científicas para fins não científicos, sejam ideológicos, religiosos ou outros. É também esse o entendimento que se manifesta, por exemplo, no já referido *epic of evolution*, cujos defensores utilizam a evolução do universo como quadro de referência para a orientação ética e social da humanidade. Numa visão que integra cosmologia e biologia, a que voltaremos mais adiante, o big bang faz parte de uma história evolutiva do universo que é tida como um mito, na aceção mais positiva da palavra. Segundo Philip Hefner:

Tem sido dada uma grande atenção à construção deste mito. Tais esforços recebem normalmente os nomes de ‘épico evolucionário’ [‘evolutionary epic’], ‘épico da evolução’ [‘epic of evolution’] ou ‘épico da criação’ [‘epic of creation’].³⁵⁶

³⁵⁴ Cf. Hawking, Stephen (2004), p. 138.

³⁵⁵ Cf., por exemplo, Halvorson, Hans e Kragh, Helge (2013).

³⁵⁶ Hefner, Philip (2009), p. 3.

Não passa despercebido o facto de estas três designações utilizadas explicitarem a *evolução* ou a *criação*, dois themata centrais na cosmologia do big bang. Na verdade, o big bang marca o início deste suposto novo mito, cujo valor leva um dos seus mentores, Edward Wilson, a afirmar confiadamente:

O épico evolucionário [the evolutionary epic] é provavelmente o melhor mito que alguma vez teremos.³⁵⁷

Esta indisfarçada satisfação de estarmos, supostamente, perante o melhor mito de sempre não é certamente alheia ao facto de se tratar de um mito assente em conhecimento científico e, portanto, com credibilidade científica. Mas há outras razões para este entusiasmo, como esclarece Ursula Goodenough, bióloga americana e uma das figuras mais conhecidas desta corrente religiosa, no seu livro *The Sacred Depths of Nature*, onde mostra como, numa visão mítica da evolução cósmica (cujos capítulos mais recentes são os que se referem à vida inteligente), a ligação do homem ao universo pode assumir contornos religiosos, numa espécie de novo paganismo, que extravasa a Terra e se alarga a todo o Universo, mas que curiosamente também integra a espiritualidade das religiões tradicionais, enquanto «religiões da origem»³⁵⁸. Segundo esta autora, o big bang é o início de uma narrativa capaz de unir a humanidade num ethos global, iniciando e possibilitando uma cosmologia que designa por «cosmologia religiosa»:

Qualquer tradição global precisa de começar com uma visão do mundo partilhada (...). O Big Bang, a formação das estrelas e dos planetas, a origem e evolução da vida neste planeta, o advento da consciência humana e a consequente evolução das culturas – é esta a história, a única história, com potencial para nos unir, porque passou a ser verdadeira.

Mas este potencial apenas consegue realizar-se sob uma condição. Uma cosmologia funciona como cosmologia religiosa apenas se ressoa, apenas se fizer o ouvinte sentir-se religioso.³⁵⁹

Vemos que a força da narrativa iniciada pelo big bang reside, segundo Ursula Goodenough, no facto de ser aceite como verdadeira, o que não sucede com muitas

³⁵⁷ Wilson, Edward (1978), p. 201.

³⁵⁸ Goodenough, Ursula (2000), p. 172.

³⁵⁹ Ibid., p. xvi.

outras histórias sobre as origens do mundo e do homem, indo ao encontro de Edward Wilson quando diz, como vimos, que estamos provavelmente perante o melhor mito que alguma vez teremos. Convém assinalar, contudo, que o entendimento de Goodenough de que estamos perante uma história verdadeira e que, por isso, tem uma força como nunca outra teve, é uma visão muito otimista, talvez demasiado otimista, se pensarmos que o conhecimento científico é sempre passível de revisão e que, além disso, continua a haver quem não acredite na evolução da vida, quanto mais na evolução do universo inteiro... Mas, seja como for, o certo é que os seguidores desta visão acreditam num potencial religioso da história iniciada pelo big bang. E qual é o fundamento para este potencial? Ursula Goodenough sintetiza-o assim:

Religião. Do latim *religio*, ligar de novo. (...) E agora damos-nos conta de que estamos ligados a todas as criaturas. Não apenas nas cadeias alimentares ou nos equilíbrios ecológicos. Partilhamos um ancestral comum. Partilhamos genes para recetores, ciclos celulares e cascatas de transdução de sinal. Partilhamos possibilidades e constrangimentos evolutivos. Estamos ligados ao longo de todo o caminho.³⁶⁰

A partilha de uma origem comum e de todo o caminho percorrido até ao presente através da evolução é, pois, o grande fundamento para o potencial religioso da grande história iniciada com o big bang. A essa história, grande história, Ursula Goodenough chama, grandiosamente, «Épico da Evolução» (com letras maiúsculas):

Os Humanos precisam de histórias – grandes e atraentes histórias – que ajudem a orientar-nos nas nossas vidas e no cosmos. O Épico da Evolução é uma história assim, magnificamente adequada para ancorar a nossa busca de um consenso planetário, dizendo-nos qual a nossa natureza, o nosso lugar, o nosso contexto. Para além disso, as respostas a esta história – aquilo a que chamamos naturalismo religioso – podem proporcionar profundas e duradouras experiências espirituais.³⁶¹

Como vemos, a história iniciada pelo big bang oferece-se, segundo esta perspetiva, como base de um «naturalismo religioso» capaz de proporcionar grande espiritualidade. Por outras palavras, a cosmologia do big bang é mesmo tida como um mito cosmogónico

³⁶⁰ Ibid., p. 73.

³⁶¹ Ibid., p. 174.

com profundo potencial religioso. Um potencial de que resultam, aliás, vários princípios religiosos, como acrescenta Ursula Goodenough:

Quando as respostas suscitadas pelo Épico da Evolução são reunidas, vários princípios religiosos emergem e que podem, acredito, servir como matriz para um Ethos global.³⁶²

Segundo Ursula Goodenough, esses princípios religiosos emergentes são: a aceitação de uma diversidade de respostas pessoais a «questões últimas» sobre a existência (porque é que existe alguma coisa em vez de nada existir?, de onde vêm as leis da física?, porque parece o universo tão estranho?); a «gratidão» (pela beleza e pela ideal adequação do planeta às necessidades humanas, assim como pela nossa existência); a «reverência» (perante a sacralidade, a diversidade, e a complexidade da vida); o «credo da continuação» (uma espécie de profissão de fé na continuação da vida); e o reconhecimento do valor das religiões tradicionais, consideradas «as nossas religiões da origem»³⁶³.

E, falando em religiões tradicionais, uma clara adesão ao big bang acontece também na interpretação religiosa que o cristianismo, como já vimos, faz do mesmo, tomando-o como uma espécie de versão revista e aumentada do Génesis, uma espécie de versão científica do criacionismo judaico-cristão. Vimos, aliás, da parte dos mais altos representantes do cristianismo, nomeadamente o Papa Pio XII e até o Papa João Paulo II, uma indisfarçável satisfação pela suposta concordância da ideia do big bang com o criacionismo judaico-cristão, que desta forma parece ter uma espécie de certificação científica³⁶⁴.

Se admitirmos um universo oscilante, a fórmula evolutiva manifesta-se com um tempo cíclico, ao invés de linear. E, assim, se à expansão se seguir uma contração que culmina num *big crunch*, poderemos projetar nesta fórmula coisas tão distintas e contraditórias como mitos hindus (possibilidade assinalada, como vimos, pelo próprio Friedmann), a

³⁶² Ibid., p. 167.

³⁶³ Cf. Ibid., pp. 167-174. Acerca do épico da evolução, podem ser consultados outros autores, como: Barlow, Connie (1998); Miller, James B. (2003); Kaufman, Gordon (1997). Ver igualmente <http://epicofevolution.com>.

³⁶⁴ Segundo Hawking, o Papa João Paulo II terá sido mais cauteloso do que Pio XII e, na linha de Lemaître, terá reivindicado uma clara separação entre o território da cosmologia (onde se inscreve o big bang) e o território da teologia (onde o Papa colocava a criação do universo). Mas não terá negado a ideia de parecer haver concordância entre big bang e criação divina. Cf. Hawking, Stephen (2004), p. 132.

ideia budista da reencarnação e de regeneração cíclica, a ideia cristã de morte e ressurreição ou o mito grego (posteriormente reinterpretado por Nietzsche) do eterno retorno.

Mas uma coisa é a ideia do big bang, outra coisa, bem distinta, é a diversidade de interpretações e usos da ideia do big bang, nomeadamente interpretações e usos de caráter mítico ou religioso. Por isso, convém afirmar claramente que a cosmologia do big bang não é em si mesma um mito³⁶⁵ nem se destina a credibilizar qualquer mito, não podendo, portanto, ocupar o espaço que a cultura reserva aos mitos. Também não está, em si mesma, associada a qualquer religião nem se destina a credibilizar qualquer religião (sejam velhas religiões, como judaico-cristãs, hindus ou budistas, sejam novas formas de espiritualidade como o naturalismo religioso), na linha do que publicamente Lemaître sempre defendeu.

Na verdade, a cosmologia do big bang é uma construção que se mantém totalmente dentro das fronteiras da ciência, com um sólido fundamento físico-matemático e sem abdicar, ao contrário dos mitos e das religiões, do confronto com a observação experimental, ainda que indireta e em diferido no que se refere aos acontecimentos primordiais do universo. Por outro lado, ao contrário da cosmologia (cosmogónica) do big bang, um mito cosmogónico não é uma simples narrativa sobre a origem e a história do mundo, mas também um fundamento de caráter simbólico para a *visão do mundo* de uma certa cultura, contribuindo assim para um quadro de referência que determina ou, pelo menos, condiciona as orientações éticas, religiosas e sociais dessa cultura³⁶⁶. Com efeito, um mito cosmogónico é uma narrativa simbólica, mais do que descritiva e explicativa, da origem e da história do mundo; uma narrativa simbólica que serve para legitimar valores e orientar a humanidade no quadro de uma certa visão do mundo. A cosmologia (cosmogónica) do big bang é, pelo contrário, uma narrativa construída apenas (e não é pouco) para compreender o universo, tentando descrever e explicar a sua origem e a sua subsequente evolução. A ideia do big bang é, em si mesma, alheia a qualquer função ética, religiosa ou social que lhe atribuam.

³⁶⁵ Cf. MacAndrew, Alec (2003).

³⁶⁶ Cf Naugle, David K. (2002).

As semelhanças thematicas com o mito não são, pois, suficientes para confundir a hipótese do big bang com um mito cosmogónico. De igual modo, o importante papel desempenhado na hipótese do big bang pelo thema da criação ex nihilo, thema tradicionalmente importante nas religiões judaico-cristãs, não é em si mesmo suficiente para justificar uma interpretação religiosa do big bang, confundindo-o com criação divina. Estamos perante uma certa continuidade thematica em que a cosmologia do big bang, área científica recente, retoma elementos historicamente presentes desde há muito noutras áreas, neste caso não científicas. Contudo, essa herança thematica, que liga thematicamente áreas (científicas e não científicas) com diferentes antiguidades, confirma a longevidade e a transversalidade dos themata mas não elimina a especificidade dos saberes e das áreas culturais em causa e, por isso, não os confunde. Tal como, aliás, as semelhanças thematicas com a biologia (nomeadamente quanto ao papel central do thema da evolução, uma questão de que falaremos mais adiante) não confundem a cosmologia do big bang com a biologia. Na verdade, de acordo com o que vimos aquando da delimitação do conceito de thema, as similitudes ou proximidades thematicas não anulam as especificidades que asseguram a identidade própria de cada área.

1.3. imagens e transfigurações da circularidade: *circunferência, esfera, universo finito ou infinito*

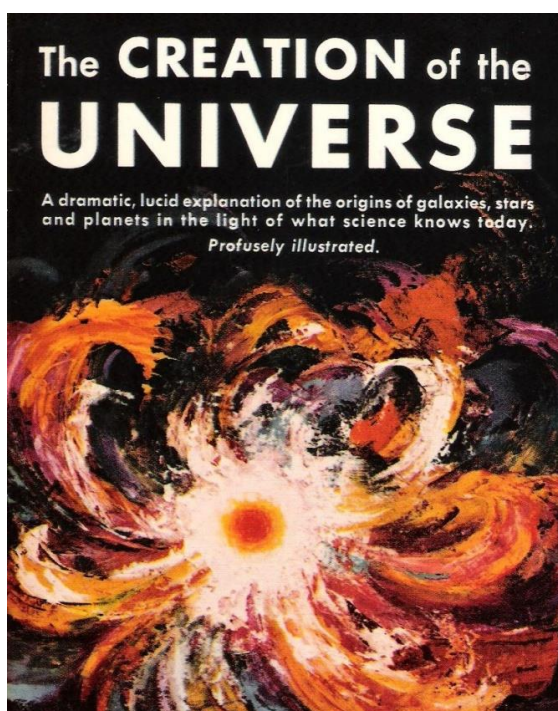
Afirma Carl Sagan, a propósito do universo em expansão:

É enganador descrever a expansão do universo como uma espécie de bolha em expansão, vista do exterior.³⁶⁷

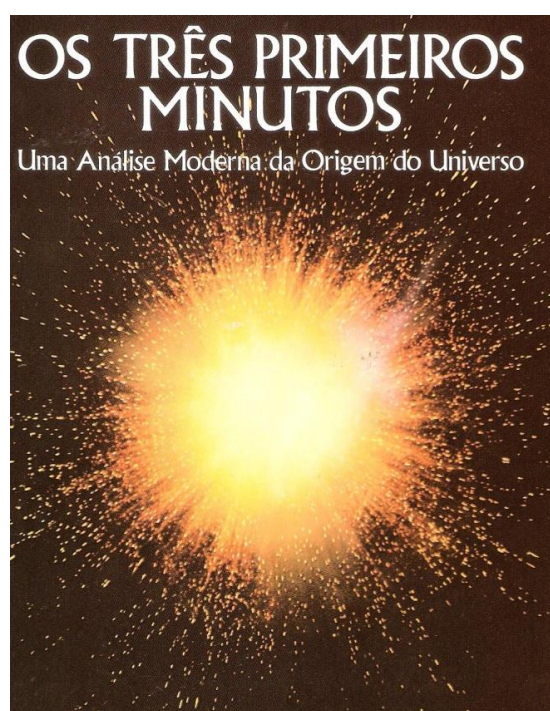
É que o big bang é uma explosão *do* espaço e não *no* espaço; e a expansão do universo é uma expansão *do* espaço e não *no* espaço; não há um centro (onde tivesse ocorrido o big bang) nem superfície esférica com espaço exterior. Acontece que, apesar de enganadora, como diz Sagan, é precisamente essa a imagem que ocorre a quem quer que tente imaginar um universo em expansão, com um raio a aumentar continuamente

³⁶⁷ Sagan, Carl (s.d.), p. 282.

a partir de um ponto, a partir de uma singularidade inicial. Com efeito, embora não se reconheça qualquer centro ou qualquer exterioridade (um “lado de fora”) ao universo, a imagem que a nossa mente consegue criar é a de uma esfera a aumentar como um balão perfeitamente redondo a encher. E a ideia de explosão inicial associada a temperaturas elevadíssimas e a um estado indiferenciado e caótico de matéria e radiação até nos conduz a imaginação para a metáfora da bola de fogo, a «bola de fogo cósmica», como lhe chama Carl Sagan no livro *Cosmos*³⁶⁸ e que vemos em inúmeras representações visuais do big bang, desde a capa do livro *A Criação do Universo*, de George Gamow, a muitos outros casos (fig.4).



(a)



(b)

Fig. 4 – (a) Imagem de capa do livro *The Creation of the Universe*, de George Gamow³⁶⁹. (b) Imagem de capa da tradução portuguesa do livro *Os Três Primeiros Minutos*, de Steven Weinberg³⁷⁰. Em ambos os casos, o universo primordial é metaforicamente representado como uma bola de fogo a explodir.

³⁶⁸ Ibid., p. 282.

³⁶⁹ Gamow, George (1957).

³⁷⁰ Weinberg, Steven (2002).

Recordemos que já Friedmann, no livro *O universo como espaço e tempo*, thematicamente analisado, usara a metáfora do balão para falar sobre os tipos de universo possíveis (estacionário ou variável)³⁷¹.

Na mesma linha de Friedmann, também George Gamow, no livro *A Criação do Universo*, igualmente analisado do ponto de vista thematico, usou (e ilustrou com uma imagem) a metáfora do balão a encher para representar o afastamento das galáxias (fig. 5).

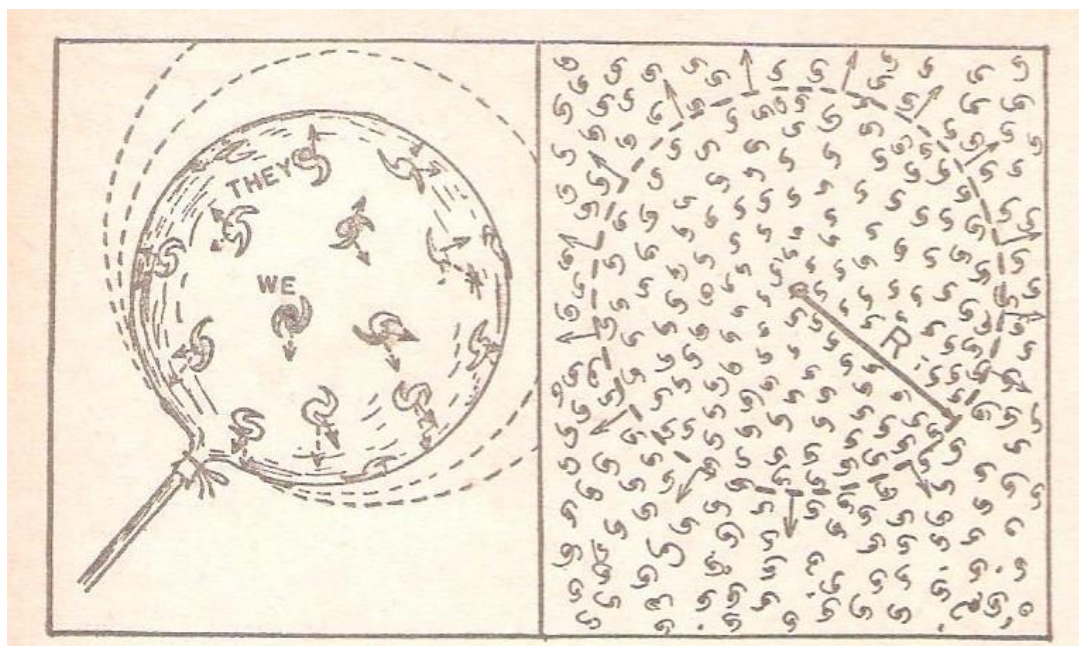


Fig. 5 – Imagem do livro *The Creation of the Universe* com que Gamow ilustrou a ideia de expansão uniforme do universo, recorrendo à metáfora do balão a encher³⁷².

Steven Weinberg, no livro *Os Três Primeiros Minutos*, coloca entre aspas a palavra «raio» ao falar de raio do universo mas também ele recorre à esfera para representar visualmente o universo quando explica o conceito de horizonte cosmológico num universo em expansão (fig. 6).

³⁷¹ Cf. Friedmann, Alexandre (1997b), p. 205.

³⁷² Gamow, George (1957), p. 32.

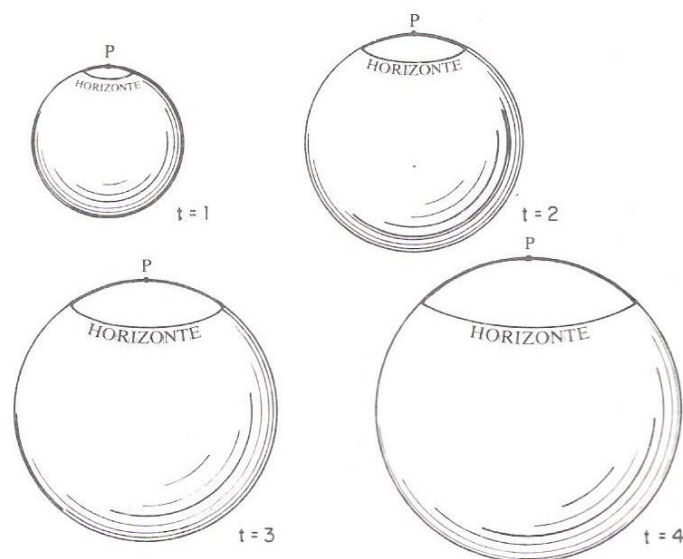
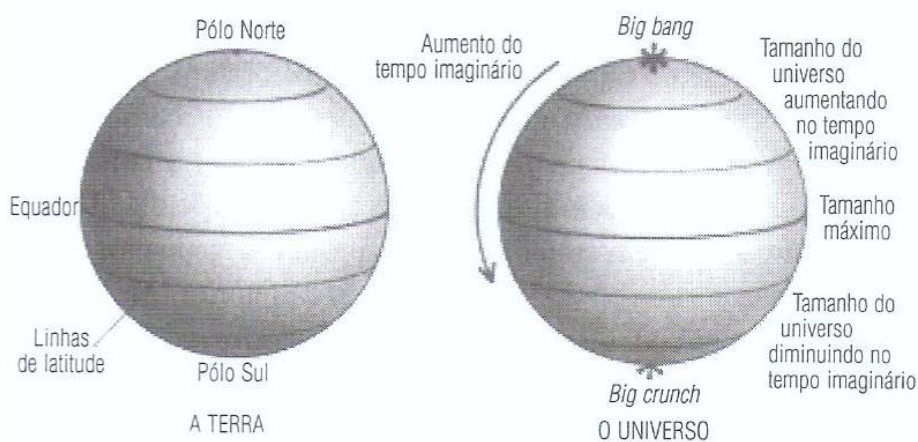


Fig. 6 – Imagem do livro *Os Três Primeiros Minutos* com que Weinberg, recorrendo à esfera, representa o universo e o horizonte cosmológico num universo em expansão (em quatro momentos)³⁷³.

Para explicar a evolução do universo, Stephen Hawking, numa página da sua *Breve História do Tempo*, coloca (fig. 7) um globo terrestre (onde assinala os dois polos, a linha do equador e outras linhas de latitude) ao lado de um globo do mesmo tamanho a representar o universo em expansão a partir do big bang e em contração até ao big crunch (neste globo, os tamanhos do universo ao longo de um tempo imaginário são representados através de circunferências equivalentes às linhas de latitude do globo terrestre; o big bang e o big crunch ocupam posições similares aos polos no globo terrestre).



³⁷³ Weinberg, Steven (1987), p. 58.

Fig. 7 – Imagem do livro *Breve História do Tempo* com que Hawking, recorrendo à esfera e à analogia com o globo terrestre, representa o universo em expansão a partir do big bang e em contração até ao big crunch³⁷⁴.

É óbvio que as descrições e imagens da expansão baseadas na esfera que surgem em obras de divulgação como estas, assim como em artigos e conferências de divulgação, funcionam como analogias ou metáforas facilitadoras da comunicação³⁷⁵. Mas esta representação do universo como esfera merece uma cuidada atenção, porque a esfera, como veremos, não se limita a ser analogia ou metáfora de textos de divulgação científica sobre o universo.

De facto, a esfera, o círculo e a circunferência estão bem presentes no labor científico de físicos e cosmólogos, onde são utilizados com inegável valor epistemológico – por exemplo, para calcular a velocidade de escape de uma galáxia, imagina-se essa mesma galáxia na superfície de uma esfera com centro na nossa galáxia e até existe um teorema relacionado com esta esfera imaginária, o teorema de Birkhoff³⁷⁶; outro exemplo é o cálculo do raio e da circunferência do universo; outros exemplos ainda são os conceitos de universo observável (gigantesca esfera com centro no nosso local de observação, a Terra), cone de luz, horizonte cosmológico, esfera de Hubble; e ainda outros exemplos poderiam ser dados. Até mesmo no importante artigo «Cosmic black-body radiation», publicado em 1965 no *Astrophysical Journal*, e em que Robert Dicke, James Peebles, Peter Roll e David T. Wilkinson tratam da radiação cósmica de fundo, a expressão «bola de fogo primordial»³⁷⁷ é utilizada para designar o estado do universo em que terá tido origem aquela radiação fóssil.

Esta presença da geometria circular no conhecimento científico tem sido assinalada por diversos autores, como é o caso de Olga Pombo, para quem

³⁷⁴ Hawking, Stephen (2004), p. 163.

³⁷⁵ São numerosos os exemplos possíveis, mas os exemplos existentes nas referidas obras de Sagan, Gamow, Weinberg e Hawking são bem ilustrativos.

³⁷⁶ Cf. Weinberg, Steven (1987), p. 52.

³⁷⁷ Cf. Dicke et al. (1965).

(...) a imagem do círculo constitui um arquétipo, uma determinação conceptual prévia a toda a investigação. Ele é uma entidade transcendental reificada que pensa antes mesmo de nós começarmos a pensar.³⁷⁸

A história da cosmologia parece dar razão a esta ideia de que o círculo (tal como a circunferência e a esfera) tem uma presença poderosa no conhecimento; poderosa, porque, como defende Olga Pombo, se antecipa ao próprio pensamento, determinando-o.

É, de facto, muito antiga a tradição de imaginar o universo como uma esfera, o que facilmente se justifica se recordarmos que, quando olhamos simplesmente para o céu, este parece uma abóbada suspensa sobre o horizonte. Em cosmologia, a esfericidade tem sido levada muito a sério ao longo dos tempos. De facto, já a imaginação dos antigos Gregos se orientava para a esfera. Parménides imaginava uma esfera estática, Heráclito imaginava-a com movimento, Empédocles e Platão imaginavam-na como perfeita para ser a forma do mundo. Na tradição platónica, com efeito, a circularidade foi ao longo dos séculos sempre associada a *themata* como *simplicidade* e *perfeição* (no sentido estético e no sentido metafísico), exercendo grande fascínio em homens de todos os tempos. Nas palavras de Holton, recordemos, cientistas como Galileu foram mesmo dominados pelo «feitiço da circularidade» ou «fascínio pela circunferência»³⁷⁹. E modelos tão diferentes como o geocêntrico e o heliocêntrico tinham em comum o mesmo *thema* estrutural da *primazia da circunferência*; de facto, com múltiplas esferas e circunferências, tal como o modelo que pretendeu erradicar, o heliocentrismo só veria a sua circularidade questionada pelas elipses de Kepler.

Mas no quadro cosmológico do big bang, temos de reconhecer algumas características especiais à possível esfericidade do universo, características nunca antes imaginadas em cosmologia. Com efeito, e ao contrário do mundo fechado do geocentrismo e do heliocentrismo, com as suas esferas e circunferências, no universo da cosmologia do big bang não há centro nem fronteiras, mesmo que seja finito e fechado. Pode-se dizer que «o centro está em todo o lado e a circunferência em lado nenhum»³⁸⁰.

³⁷⁸ Pombo, Olga (2012a).

³⁷⁹ Holton, Gerald (1998a), p. 122.

³⁸⁰ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 36.

É impossível imaginarmos uma esfera assim, sem centro e sem superfície (não há “lado de fora” da esfera). Mas, intuitivamente, parece que a imaginação nos foge sempre para a esfera, talvez por não conseguirmos imaginar de outra forma quando se trata de um universo em expansão em todas as direções a partir de um raio nulo mas também talvez por a esfera exercer desde sempre um irresistível fascínio. Como diria Merleau-Ponty, uma das virtudes do finitismo da geometria esférica é «apaziguar a imaginação»³⁸¹.

Este regresso da esfera à cosmologia aconteceu em 1917 com Einstein³⁸². De facto, no modelo cosmológico de Einstein o universo tem um espaço tridimensional finito, curvo e fechado. Num espaço assim não há linhas retas mas sim linhas curvas análogas a arcos de circunferência na superfície de uma esfera. O espaço não é plano e infinito mas, pelo contrário, curvo e finito, fechado sobre si próprio, esférico. Assim, uma superfície tem, na verdade, três dimensões e é fechada sobre si própria (é uma «hipersuperfície»). E podemos falar em «hiperesfera», cuja hipersuperfície é um *continuum* a três dimensões (ao invés do que acontece na esfera, onde a superfície da esfera é um *continuum* a duas dimensões).

A esfera regressa, pois, através de uma transfiguração em hiperesfera. Assim transfigurada, conserva a sua simetria e a sua natureza finita e fechada, o que nos coloca perante a característica longevidade dos themata ou as *Pathosformeln* warburgianas, na medida em que os mesmos themata (neste caso, a simetria, a primazia da circunferência, a finitude) ou as mesmas *Pathosformeln* (neste caso, talvez possamos falar em esfericidade) persistem ao longo da história mas tomam novas formas em novos contextos.

A transfiguração do espaço plano em espaço curvo é tal, que dificilmente conseguimos imaginar o novo espaço. Mas foi esta transfiguração, assente na geometria da relatividade geral, que possibilitou toda a modelação cosmológica que se iniciou com Einstein. E isto porque, como escreve Merleau-Ponty,

³⁸¹ Ibid., p. 99.

³⁸² Cf. Einstein, A. (1917).

Por mais dificilmente imaginável que seja o espaço «esférico», nenhuma dificuldade de princípio se opõe a que se considere como uma adequada figuração das propriedades geométricas do espaço físico.³⁸³

Esta dificuldade, assinalada por Merleau-Ponty, em imaginarmos um espaço curvo, mesmo esférico, não impediu, portanto, que o mesmo passasse a ser considerado por alguns físicos como o espaço do nosso universo. Aliás, segundo Merleau-Ponty,

A estética do Universo hiperesférico iria fascinar os espíritos ainda durante muito tempo.³⁸⁴

Num universo finito com espaço curvo e fechado, podemos imaginar a possibilidade (apenas teórica, claro) de circum-navegação: se sairmos daqui e viajarmos sempre em frente conseguiremos regressar exatamente ao ponto de partida, sem nunca fazermos inversão de marcha, num percurso que é como uma circunferência completa que une todos os pontos desse movimento imaginário.

E se imaginarmos que, de um ponto, saem vários viajantes que se dispersam seguindo em frente ao longo de diversas direções e sentidos, podemos imaginá-los todos a regressar depois ao mesmo ponto de partida, como se todos percorressem meridianos de um imenso globo invisível concorrentes nesse mesmo ponto.

Podemos dizer que, se o espaço é finito, há uma dupla esfericidade num universo assim: uma esfericidade local, referente às propriedades geométricas curvas do próprio espaço, e uma esfericidade global, referente à topologia (à forma) do universo como um todo. É muito difícil, se não mesmo impossível, imaginar a esfericidade local, porque nos confrontamos com propriedades geométricas que nos são estranhas. Por seu lado, imaginar a esfericidade global (literalmente global) do universo como um balão perfeitamente redondo a encher, é muitíssimo mais fácil, ainda que enganador porque supostamente o universo não tem centro nem fronteiras, ou seja, *não há centro e não há dentro e fora* do universo mas *apenas o universo*.

Mas, independentemente da possibilidade ou impossibilidade de imaginar e do realismo ou irrealismo do que se imagina acerca das características geométricas e topológicas

³⁸³ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 41.

³⁸⁴ Ibid., pp. 69-70.

fundamentais do universo, certo é que a circunferência e a esfera – numa palavra, a circularidade – podem estar, pelo que acabamos de ver, bem presentes no universo imaginado e descrito pela cosmologia do big bang.

Esta questão da circularidade relaciona-se diretamente com a questão da finitude/infinitude do universo. Com Einstein, há um regresso do espaço finito à cosmologia, um regresso que não é alheio à velha disputa *thematica* com o infinito, como afirma, a seu modo, Merleau-Ponty:

A atração da novidade e essa espécie de desafio à ortodoxia que em pleno século XX representava o ressurgimento do finitismo também puderam contribuir para a popularidade do Universo finito (como inversamente, na época do Renascimento, os espíritos associados à heterodoxia podiam ser tentados pela imagem nova e prometedora do Universo infinito).³⁸⁵

Contudo, a questão da finitude/infinitude da dimensão do universo é uma questão difícil e ainda por resolver. Com efeito, mesmo no quadro da cosmologia do big bang, não é hoje consensual que o espaço seja esférico e que o universo seja finito e fechado, como imaginavam Einstein e Lemaître.

Vimos que Friedmann nunca mostrou preferências pelo finito ou pelo infinito, ao contrário de Lemaître, que se assumiu claramente pelo finito, assim como outros importantes cientistas da época. Foi o caso do astrónomo Arthur Eddington, que na sua repulsa pela ideia de infinito falava de «pesadelo do infinito»³⁸⁶, tendo mesmo afirmado no seu último livro, de 1948, que

o Universo infinito está morto e enterrado desde há muito tempo; os que se obstinam em querer exumar o cadáver devem esperar ser assombrados.³⁸⁷

Mas Eddington enganou-se redondamente. E não apenas porque surgiu o steady-state mas também porque cientistas da corrente cosmológica do big bang defenderam um espaço infinito. Foi o caso de Gamow e colaboradores, cuja cosmogonia associada à expansão do universo assenta num espaço infinito de estrutura hiperbólica.

³⁸⁵ Ibid., p. 70.

³⁸⁶ Eddington, Arthur (1929), p. 83.

³⁸⁷ Eddington, Arthur (1948), p. 76.

A geometria do espaço curvo pode ser plana (euclidiana) ou curva (não euclidiana). Mas, sendo curvo (esférico ou hiperbólico), o espaço pode ter curvatura positiva ou negativa. Se a curvatura for positiva, o espaço é curvo e fechado, logo finito; se, pelo contrário, a curvatura for negativa, o espaço é curvo mas aberto, logo infinito (como no caso de ser plano).

Ora, a geometria do espaço depende da densidade de matéria. Havendo uma densidade de matéria acima de um determinado valor, a *densidade crítica*, a gravitação é suficiente para manter o espaço finito e fechado sobre si próprio e, portanto, o universo é finito e fechado como uma esfera; abaixo da densidade crítica, o espaço é infinito e aberto e, portanto, o universo é infinito; com um valor de densidade igual à densidade crítica, o espaço é plano e aberto (euclidiano) e, portanto, o universo é infinito.

Como nos recorda Steven Weinberg, o big bang foi

uma explosão que ocorreu simultaneamente em toda a parte, enchendo o espaço desde o início (...). «Todo o espaço» neste contexto pode significar quer todo o espaço de um universo infinito, quer todo um espaço de um universo finito encurvado sobre si próprio como a superfície de uma esfera. Nenhuma destas possibilidades é fácil de compreender (...); pouco importa, para a história dos primórdios do universo, que o espaço seja finito ou infinito.³⁸⁸

Ora, sendo a ideia do big bang tão compatível com um universo finito como com um universo infinito, o que já se sabia desde Friedmann (pelo que este não viu razões objetivas para preferir um ou outro), ficamos mesmo com uma de duas possibilidades, como acrescenta Weinberg:

(...) o universo pode realmente ser infinito, e nesse caso seria também infinito [no início], permanecendo assim para sempre. Por outro lado, é possível que o universo possua agora uma circunferência finita, por vezes estimada em cerca de 125 000 milhões de anos-luz. (A circunferência é a distância que se deve percorrer em linha recta até nos encontrarmos de novo no local de onde partimos...)³⁸⁹

³⁸⁸ Weinberg, Steven (1987), pp. 18-19.

³⁸⁹ Ibid., p. 122.

Mas acontece que ainda hoje os cosmólogos não dispõem de dados observacionais suficientemente conclusivos acerca desta questão. Segundo numerosos cosmólogos contemporâneos, há boas razões experimentais para acreditarmos num espaço plano (euclidiano) e num universo infinito³⁹⁰, mas, perante a insuficiência de dados observacionais conclusivos, a escolha entre universo fechado e universo infinito é uma questão de preferência, a que não serão alheios os mapas thematicos de cada um, à semelhança do que terá acontecido com Lemaître e Eddington, pela finitude, e com Gamow, pela infinitude. Como vimos, a preferência por um universo espacialmente finito assenta em razões estéticas e metafísicas, especialmente explícitas em Eddington. E a propósito de Gamow, recordemos Merleau-Ponty:

Quanto à infinitude do espaço, em Gamow é uma questão de opinião e de preferência, pelo menos tanto como é em Lemaître no sentido inverso. Na sua primeira memória cosmogónica, (...) o postulado da infinitude é apresentado como preferível sem jamais ter sido solidamente justificado.³⁹¹

Convém reconhecer que Gamow, em *A Criação do Universo*, reconhecendo as dificuldades em provar a finitude ou a infinitude do espaço, admitia que eram as evidências observacionais na altura conhecidas que tornavam mais provável um espaço de curvatura negativa e, portanto, um universo infinito³⁹². Mas, como já sabemos, as preferências thematicas orientam no seu sentido a interpretação e a valorização (sub ou sobrevalorização) dos dados observacionais.

Por outro lado, há ainda outras soluções possíveis neste inacabado jogo entre finito e infinito. Stephen Hawking, por exemplo, no quadro da gravidade quântica, defende um espaço finito e ilimitado mas também um tempo finito e ilimitado, de tal forma que não só o espaço é destituído de fronteiras como também o tempo, o que significa um universo finito e ilimitado em extensão e finito em idade mas sem princípio nem fim temporal (um universo finito que *apenas existe*, sem nunca sequer ter sido criado)³⁹³. Como diria Holton, eis também aqui o thema da existência contínua a regressar à cosmologia pela porta de trás, surpreendentemente no quadro do big bang e não do

³⁹⁰ Cf., por ex., Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP).

³⁹¹ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 372.

³⁹² Cf. Gamow, George (1957), p. 43.

³⁹³ Cf. Hawking, Stephen (2004), p. 161 e p. 166.

abandonado steady-state, um regresso sob uma forma bastante estranha e difícil de imaginar.

Mas é o próprio Hawking a reconhecer que, nestas questões, há motivações estéticas e metafísicas:

Gostaria de frisar que esta ideia de que o tempo e o espaço devem ser finitos, mas ilimitados, não passa de uma proposta: não pode ser deduzida de qualquer outro princípio. Tal como qualquer outra teoria científica, pode ser inicialmente proposta por razões estéticas ou metafísicas, mas a prova real reside em saber se faz previsões que concordam com a observação.³⁹⁴

Tudo isto mostra como a imaginação *thematica* continua bem ativa em cosmologia. Com efeito, o paradigma do big bang mantém velhas questões em aberto de tal forma que continua a haver muito espaço para a manifestação de preferências *thematicas*.

Tudo isto mostra ainda que, mesmo que o universo não seja uma verdadeira esfera em expansão, com centro e com uma superfície exterior, a figura da esfera continua a ser importante em cosmologia do ponto de vista epistemológico. Aliás, o *universo observável* (ou seja, o universo passível de observação) continua mesmo a ser uma *esfera finita* e, pelo menos de um ponto vista observacional, podemos continuar, pois, a conservar a esfera na nossa imagem do universo, assim como a ilusão da nossa centralidade. Ou seja: mesmo que não vejamos o universo como esfera em sentido ontológico, resta-nos ainda uma “esfera epistemológica” e uma “esfera fenomenológica”!

E assim, do ponto de vista *thematico*, podemos dizer que o universo da cosmologia do big bang assenta, pois, numa espécie de transfiguração da circularidade em que a *primazia da circunferência* é destituída de qualquer *centrismo* e em que a *finitude* é reconhecida ao tempo, que pode ainda assim ser ilimitado, e ao espaço tanto é admitida *finitude* como *infinitude*, sendo ilimitado em qualquer dos casos.

³⁹⁴ Ibid., p. 162.

Com esta circularidade espaço-temporal sem centro e sem limites, a cosmologia do big bang inscreve-se plenamente numa milenar história do conhecimento atravessada pelo fascínio e pelo poder da circularidade. Como afirma Olga Pombo, há um

isomorfismo primordial que faz do círculo a metáfora do cosmos, horizonte do pensável, pátria de todas as aventuras cognitivas, em todos os tempos e em todos os lugares. (...) o círculo é a forma mais simples, a mais perfeita e mais bela, a figura primeira da harmonia e do equilíbrio.³⁹⁵

Na verdade, por tudo o que acabamos de ver, o círculo é mesmo pátria da grande aventura cognitiva que é a cosmologia do big bang e, se o universo for infinito, o círculo oferece-se como horizonte do pensável que possibilita e ao mesmo tempo apazigua a imaginação (retomando Merleau-Ponty³⁹⁶), libertando-nos do pesadelo de que falava Eddington a propósito do infinito³⁹⁷. Podemos dizer, em linguagem holtoniana, que é a *primazia da circunferência* a condicionar mas também a possibilitar a visão cosmológica do mundo. Visão *global* do mundo, eis como a linguagem nos prende à circunferência, ao círculo, ao globo. Circularidade e globalidade numa busca de totalidade, espacial e temporal, eis o que podemos ver na cosmologia do big bang.

O círculo e a esfera não precisam de centro, ou de fronteiras, para continuarem a fascinar (com a sua simplicidade, a sua perfeição, a sua beleza, a sua harmonia e o seu equilíbrio, como diz Olga Pombo) e ao mesmo tempo a operar no conhecimento cosmológico. É precisamente isso que nos mostra a ideia de um universo finito e ilimitado, fechado sobre si próprio como uma gigantesca esfera mas com uma desconcertante ausência de centralidade e exterioridade. E o círculo e a esfera também não precisam de se manter estáticos para conservarem a sua identidade e o seu poder; bem pelo contrário. É precisamente isso que nos mostra a expansão do espaço e do universo em geral. Na verdade, como continua Olga Pombo:

Forma do acabamento e da completude, do fechamento interno, o círculo é também a forma da expansão, do movimento radial, da rotação, da força geradora.³⁹⁸

³⁹⁵ Pombo, Olga (2012), p. 13.

³⁹⁶ Cf. Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 99.

³⁹⁷ Cf. Eddington, Arthur (1929), p. 83.

³⁹⁸ Pombo, Olga (2012), p. 13.

O círculo (ou a esfera, ou a hiperesfera) é mesmo a forma da expansão do universo, como vimos. E recordemos que é com a rápida expansão, com o rápido movimento radial, que surgem as condições para o universo primordial evoluir, devido à descompressão e ao arrefecimento. Essa explosão inicial, o big bang, é, portanto, uma explosão de circularidade que funciona como uma espécie de força geradora de diversidade e complexidade.

Enquanto ciência do todo, a cosmologia procura obstinadamente a unidade por trás da diversidade, o universo por trás do diverso. E a cosmologia do big bang, em particular, assume-se plenamente como tal procura: ao conceder uma origem única e comum a toda a diversidade cósmica, opera uma unificação profunda e umbilical. É numa «procura obstinada da ordem que percorre a radical diversidade dos seres e acontecimentos»³⁹⁹, como diz Olga Pombo a propósito do conhecimento científico, que a cosmologia do big bang se encontra com outras áreas disciplinares. Veremos isso de seguida, ao percorrermos as linhas de força transversais da matriz *thematica* desta cosmologia.

2. linhas de força transversais

2.1. *evolução*, o grande *thema* integrador

Se a criação *ex nihilo* continua a ser um *thema* controverso em ciência, pelas associações religiosas que inspira, o *thema* da evolução é, pelo contrário, um *thema* largamente aceite e reconhecido pela ciência em geral, ou seja, não apenas em cosmologia como em muitas outras áreas⁴⁰⁰.

Foucault assinalou, como vimos atrás, que o início do séc. XIX trouxe a analogia e a sucessão como princípios organizadores do saber. Nesta episteme moderna, a natureza e as atividades humanas são dotadas de historicidade, uma historicidade que coloca

³⁹⁹ Ibid., p. 13.

⁴⁰⁰ Isto não significa que haja unanimidade quanto aos fundamentos e processos da evolução. Veja-se o exemplo do *Intelligent Design*, corrente norte-americana que recentemente tentou trazer para o ensino das ciências, especialmente da biologia, uma visão teleológica e criacionista, em sentido religioso.

numa posição central a questão da origem e do devir, a dinâmica das transformações, o jogo da evolução⁴⁰¹.

Estas questões de historicidade atravessam, desde então, ciências naturais e humanas tão diversas como a biologia, a geologia, a economia, a antropologia, a sociologia, a política. Tornaram-se questões omnipresentes, transdisciplinares, favorecendo interdisciplinaridades.

A cosmologia também não ficou de fora desta episteme: a ideia do big bang concede ao universo uma historicidade integral onde a questão da origem e do devir, a dinâmica das transformações e o jogo da evolução também são absolutamente centrais. Aliás, podemos dizer mais: a cosmologia, através da ideia do big bang, não apenas aderiu a esta episteme como a reforça imensamente, na medida em que integra qualquer historicidade particular numa historicidade geral do universo. É o que acontece com a história da vida. Com efeito, a evolução do universo, proposta pela cosmologia do big bang muito depois de a evolução da vida ter sido proposta pela biologia, mas fazendo parte da mesma episteme da historicidade, corresponde ao primeiro capítulo que faltava à história completa da vida: o universo surge, evolui, a vida surge quando a evolução cósmica o permite e evolui no sentido de uma crescente diversidade e complexidade até níveis tão elevados como o ocupado pela espécie humana, que assim fica umbilicalmente ligada à origem do próprio universo. A cosmologia do big bang cria, portanto, uma história completa e conceptualmente coerente em que o aparecimento e a evolução da vida correspondem a capítulos de uma história evolutiva mais vasta, a evolução geral do universo, que parte de um estado de grande simplicidade inicial e consegue atingir estados de grande complexidade, de que são especialmente relevantes os ecossistemas e a vida inteligente.

Por outro lado, como afirma Merleau-Ponty, «a ideia da origem singular unifica e condensa a ideia de Universo»⁴⁰². Nesse sentido, a cosmologia do big bang confere uma unidade ontológica a toda a multiplicidade e diversidade que observamos, independentemente de se tratar de entidades simples ou complexas, inanimadas ou vivas. Tendo uma única origem comum, então tudo o que existe, existiu ou existirá, seja

⁴⁰¹ Cf. Foucault, Michel (2005), p. 403.

⁴⁰² Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 342.

inanimado ou vivo, faz, fez ou fará parte de um todo ontológico, um verdadeiro *universo*, no sentido mais fundamental da palavra.

A par desta unidade ontológica devemos reconhecer uma unidade fenomenológica relativa à forma como a evolução acontece. Com efeito, quer se trate do universo, quer se trate dos seres e sistemas vivos que o mesmo alberga, a fórmula evolutiva é a mesma: do uno ao múltiplo, por diferenciação (ou ramificação, se usarmos a metáfora darwiniana da árvore da vida) complementada por processos de integração de que resultam entidades e sistemas complexos.

Se a isto juntarmos o thema do ciclo vital (com início, evolução e fim), atribuindo-o ao universo, como faz a cosmologia do big bang, e não apenas aos seres e sistemas vivos, vemos o velho thema da unidade, basilar em cosmologia, a ser reforçado pelo thema da evolução.

Uma questão que se coloca tanto à cosmologia como à biologia, a propósito da fórmula evolutiva, é a questão do determinismo/indeterminismo da evolução, uma questão que muitas vezes é referida no quadro da biologia como jogo do acaso e da necessidade⁴⁰³ e que, na cosmologia do big bang, foi abordada pelo próprio Lemaître. Este, recordemos, considerou que a incerteza quântica associada à origem do universo assegura um indeterminismo a toda a evolução, mas os defensores do princípio antrópico, como vimos, discordam desta abertura indeterminista. Neste determinismo, as propriedades fundamentais do universo (como as suas constantes físicas e o número de dimensões), fixadas na origem do mesmo, desempenham uma função cosmológica equivalente à função biológica do código genético de cada organismo vivo, determinando fortemente o futuro.

Nestes paralelismos disciplinares, devemos ainda reconhecer que as formas de provar a evolução ocorrida no passado têm semelhanças em cosmologia e em biologia: o recurso aos vestígios fósseis. Perante a impossibilidade de observar diretamente os acontecimentos, resta a estas ciências histórico-naturais a procura, identificação e

⁴⁰³ Ver, por exemplo, o próprio título da obra *O Acaso e a Necessidade*, do conhecido biólogo Jacques Monod.

explicação de vestígios que possam ser significativos quanto ao passado do seu objeto natural.

Não é por acaso que a radiação cósmica de fundo é frequentemente chamada radiação fóssil. Esta ideia de vestígio fóssil da juventude do universo foi, como vimos, introduzida por Lemaître quando este propôs os raios cósmicos como vestígios dos primórdios do universo. Hoje sabemos que a ideia estava errada, mas a metodologia epistemológica inscrita nesta proposta vingou claramente – procurar vestígios dos primeiros tempos do universo, ou seja, procurar fósseis cósmicos pode abrir-nos o passado. E, com efeito, foi uma visão epistemológica tão feliz, que a descoberta da radiação cósmica de fundo, assumida como fóssil deixado para a posteridade pela evolução inicial do universo, foi uma observação experimental decisiva para a vitória do big bang sobre o steady-state.

Da mesma forma, os fósseis de seres vivos que habitaram a Terra num passado longínquo são valorizados pela paleontologia e pela biologia evolucionista. São o que resta de determinados momentos da evolução da vida e funcionam como provas dessa evolução.

Não satisfeita com a observação de vestígios fósseis, a cosmologia procura mesmo simular as condições que considera terem sido as condições iniciais do universo. Daí que em laboratórios de partículas (como o CERN, por exemplo) os físicos procurem criar eventos energéticos e materiais que, de alguma forma, recriem as condições que poderão ter ocorrido nos primórdios do universo. É, digamos, uma epistemologia de simulação, que também tem semelhança com a recriação (material ou virtual) que a biologia evolucionista (associada à paleontologia e outras ciências) faz de seres vivos a partir dos fósseis e esqueletos de espécies extintas ou que a bioquímica fez em experiências como a famosa experiência de Stanley Miller, que, em meados do século XX, tentou recriar condições químicas que poderão ter estado na origem da vida.

Desta forma, através de uma espécie de encaixe narrativo e de uma unificação tão ontológica como fenomenológica e metodológica/epistemológica, cosmologia e biologia evolucionista reforçam-se mutuamente, contribuindo ambas para uma visão integral e unificada da realidade do universo.

Para esta visão integral e unificada contribuem não apenas a cosmologia e a biologia evolucionista mas também todas as áreas científicas que observam nos seus objetos de estudo processos evolutivos importantes, como, por exemplo, a física de partículas, a astrofísica, a geofísica, a geologia, a paleontologia, a ecologia, a genética, a arqueologia, mas também outras (aliás, algumas destas outras áreas como, por exemplo, a geologia e a paleontologia, contribuíram significativamente para o advento e a consolidação do thema da evolução em biologia ainda no século XIX). Na episteme moderna a evolução é considerada pelas mais diversas disciplinas e áreas interdisciplinares, pelo que podemos, em certo sentido, ter uma visão integral e unificada do universo assente no thema da evolução. Ou, por outras palavras, o thema da evolução assume-se como um thema estruturante na moderna visão científica do mundo.

Com efeito, nesta moderna visão científica do mundo, a evolução é uma característica universal, sempre presente na história do universo e em qualquer escala (microscópica ou macroscópica, local ou global), no sentido do uno para o múltiplo e geralmente do simples para o complexo. Em termos holtonianos, um aumento de complexidade significa progresso, pelo que, globalmente, a evolução do universo tem correspondido a um progresso (ainda que a complexidade mais elevada possa ter surgido apenas em alguns locais raros, como a Terra, e os patamares mais elevados deste progresso possam, portanto, ser muito localizados).

Como é bem sabido, o conceito de *evolução* prolifera desde há muito tempo, não apenas em todas as áreas científicas, como em qualquer outra área, estando mesmo muito presente em contextos do quotidiano. Na verdade, em toda uma panóplia de contextos, fala-se tão frequentemente de evolução a propósito de tantas questões e para descrever tantas situações, que o próprio termo *evolução* é hoje absolutamente banal. Ainda que possa ser usado com diversos significados, o conceito de evolução está, de facto, por todo o lado e a extensa proliferação do termo que o designa é bem revelador disso mesmo. Convocando Holton para esta questão, poderemos assim dizer que o thema da evolução é um thema forte naquilo que o autor chama «estilo de pensamento da nossa época»⁴⁰⁴. E a cosmologia do big bang, sendo uma cosmologia evolutiva por

⁴⁰⁴ Holton, Gerald (1975), p. 99.

excelência, também por aqui se integra admiravelmente no estilo de pensamento da época.

2.2. uma época de mudanças rápidas e desintegrações

Se olharmos para além das ciências da natureza, em que a evolução assume este carácter transversal, e atentarmos em todo o contexto histórico em que estas ciências se integram desde o século XIX, reconhecemos uma época caracterizada pela existência generalizada de transformações muito rápidas. Seja no plano tecnológico em geral, no plano económico, no plano demográfico, no plano da produção, armazenamento e circulação de informação, e em muitos outros, a história recente está cheia de mudanças que são, de facto, muito rápidas – em certos casos, correspondem a crescimentos, e crescimentos tão rápidos, que são praticamente exponenciais, como é o caso, por exemplo, do crescimento da população humana, que inspira metáforas como *explosão demográfica* e *baby boom*, ou o caso do crescimento da produção, armazenamento e circulação de informação, que inspira metáforas como *explosão de informação*⁴⁰⁵ e *Big Data*⁴⁰⁶. A ideia de uma expansão do espaço muito rápida, mesmo explosiva, ocorrida nos primórdios do universo, assenta no thema da mudança (tal como toda a evolução posterior, ainda que menos rápida) e encaixa-se perfeitamente neste contexto histórico de rápidas mudanças e rápidos crescimentos.

Aliás, a ideia de uma gigantesca explosão inicial facilmente se associa à imagem de grandes explosões ocorridas no planeta. O termo *big bang* foi introduzido por Hoyle em cosmologia poucos anos depois das primeiras explosões atómicas, trágicos big bangs à escala humana, mas não foi a primeira vez que o termo apareceu num contexto científico. Como assinala Kragh, o termo já fora utilizado na década de 1920, por meteorologistas e físicos da atmosfera, a propósito de grandes explosões envolvidas em estudos sobre a propagação das ondas sonoras e a constituição da atmosfera, e, em 1949, apenas dois meses antes de Hoyle o introduzir em cosmologia⁴⁰⁷, o termo

⁴⁰⁵ Cf. Gell-Mann, Murray (1997), P. 364.

⁴⁰⁶ Cf. Allemand, Luc (2013), pp. 26-42.

⁴⁰⁷ A introdução do termo em cosmologia ocorreu oralmente numa emissão radiofónica da BBC, de 28 de março de 1949. As palavras de Hoyle foram reproduzidas e publicadas menos de duas semanas depois na revista *The Listener*, também da BBC. Cf. Hoyle, Fred (1949a), p. 568. Cf. Kragh, Helge (2013), p. 14.

apareceu pela primeira vez no título de um artigo científico (uma análise meteorológica de ventos causados por uma explosão de 5000 ton TNT ocorrida dois anos antes na ilha de Helgoland)⁴⁰⁸. Poucos anos depois, o termo *big bang* aparece novamente noutros contextos não cosmológicos, e mesmo contextos não científicos, nomeadamente a propósito de bombas atômicas e da guerra fria, como, por exemplo, na revista *The Economist*, em 1957⁴⁰⁹.

A introdução do termo *big bang* em cosmologia aparece, portanto, bem integrada, não apenas no contexto da investigação científica então desenvolvida nas ciências físicas, nomeadamente a meteorologia e a física atmosférica, como também no trágico contexto histórico da época (para o qual, aliás, também muito contribuíram ciências físicas como a física atômica e nuclear).

Devemos observar que, em cosmologia, o termo *big bang*, ao contrário do que sucede naqueles casos, tem um sentido muito metafórico. Como sabemos, na cosmologia do universo primordial não se considera qualquer desintegração violenta de um corpo material ocorrida num espaço preexistente, como no caso de uma bomba ou de um edifício; não há ondas de pressão ou estrondo; não há uma explosão no espaço, mas do próprio espaço. Mas, apesar deste seu sentido metafórico, o termo *big bang* acabou por designar uma cosmogonia muito precisa, de expansão violenta do espaço e correspondente diminuição violenta de densidade e temperatura.

Posteriormente, já com a cosmologia do *big bang* consolidada, o termo *big bang* (frequentemente escrito com iniciais maiúsculas, *Big Bang*) migrou da cosmologia para outros contextos disciplinares não cosmológicos, também aí usado em sentido metafórico, no sentido de mudança drástica ou de crescimento muito rápido, e desligado do conceito cosmológico original. Já vimos que esse uso metafórico acontece em trabalhos de diversas áreas disciplinares. E é contemporâneo de outros termos metafóricos com o mesmo sentido de mudança drástica (normalmente um crescimento) mas provenientes de outras áreas disciplinares, como, por exemplo, os já referidos

⁴⁰⁸ Cf. Kragh, Helge (2013), p. 18.

⁴⁰⁹ Cf. *Ibid.*, p. 18.

termos *explosão demográfica* e *baby boom*, que em demografia traduzem crescimento exponencial da população.

Este uso sincrónico da mesma metáfora da explosão (ou grande explosão) em diferentes áreas é um exemplo bem revelador da «existência de uma relação estilística entre os diferentes trabalhos de um dado período»⁴¹⁰, como sempre defendeu Holton. Ou seja, mais um caso de estilo comum de pensamento que podemos juntar ao caso do uso generalizado (e banalizado) do conceito de evolução (e do seu respetivo termo); mais um caso de estilo de pensamento epocal intimamente associado ao contexto histórico geral.

Ora, relativamente ao estilo de pensamento característico da época, Holton considera que, ao contrário do que aconteceu em séculos passados, em que a ciência imaginava um mundo harmoniosamente ordenado, o estilo científico contemporâneo tem como um dos seus principais *themata* o *thema* da *desintegração, violência e desarranjo*⁴¹¹. Exemplifica Holton:

Assim, e sem ir além da linguagem da física, temos assistido nas últimas seis décadas à proliferação de termos como decaimento radioativo ou decaimento de partículas; lei do deslocamento [relativa à emissão de radiação]; fissão; espalação [emissão de fragmentos de um corpo devido a impacto ou pressão]; desintegração nuclear; descontinuidade (como nos níveis de energia dos átomos); deslocação [irregularidade na estrutura dos cristais]; indeterminação, incerteza; causalidade probabilística (por oposição à clássica causalidade determinística); reversão temporal; número quântico de estranheza [propriedade associada a alguns tipos de decomposição de partículas]; estados negativos (de energia, de temperatura); linhas e transições proibidas; aniquilação de partículas. (...)

É como se, depois de uma procura bem-sucedida de simplicidades e harmonias desenvolvida em ciência ao longo dos últimos três séculos, a procura se tivesse virado para uma confrontação mais direta com a complexidade e o desarranjo, assim como com as relações sofisticadas e surpreendentes entre partes estranhamente justapostas.⁴¹²

⁴¹⁰ Holton, Gerald (1975), p. 95.

⁴¹¹ Cf. *Ibid.*, p. 95.

⁴¹² *Ibid.*, pp. 95-96.

Holton considera que a relevância deste thema não se restringe à física nem sequer às ciências da natureza, podendo ser igualmente encontrada em áreas como a arte contemporânea (tal como a preponderância do thema antitético da ordem podia ser encontrada na arte de séculos passados). Por isso, acrescenta:

E se alguém estiver interessado em paralelos entre o estilo em ciência e o estilo fora da ciência, não se surpreenderá ao descobrir que este thema nas ciências físicas tem o seu equivalente em themata modernos fora da ciência como, por exemplo, na preocupação análoga com o thema do desarranjo aparente na arte contemporânea.⁴¹³

Há muitos casos na arte contemporânea em que se observa, segundo Holton, essa presença do thema do desarranjo. Mas, como exemplo especialmente ilustrativo desta tendência, Holton refere o caso de um artista plástico francês, M. Arman, com obras criadas para «fixar rapidamente numa superfície *um instante*, o instante explosivo em que objetos são violentamente desintegrados numa massa de peças»⁴¹⁴.

Ora, a cosmologia do big bang é também uma cosmologia de desintegração, de violência, de desarranjo, de verdadeiro caos, no que se refere ao universo primordial e à sua épica explosão inicial. O que, portanto, enquadra muito bem a cosmologia do big bang neste estilo de pensamento presente em diversas áreas científicas e não científicas da nossa época.

Aliás, e como vimos, a cosmologia do big bang beneficia do jogo de diferenciação e unificação praticado pela física de partículas, que, na sua procura de unidade e simplicidade subjacentes à multiplicidade e à complexidade, recorre a um método de desintegração violenta para criar situações físicas (energéticas e materiais) supostamente semelhantes às ocorridas pouco depois do big bang. Um método de «desmembramento de materiais», como lhe chama Holton:

É através do desmembramento de materiais – um método entre muitos outros – que se pode esperar descobrir algumas pistas sobre a simetria original e simples que se esconde na totalidade do objeto. Vesálio sabia disso, claro. E (...) um físico interessado na estrutura ordenada do núcleo ou das partículas subnucleares tem frequentemente de induzir essa estrutura e simetria por [esse método de desmembramento]: prepara o

⁴¹³ Ibid., p. 96.

⁴¹⁴ Peter Jones, crítico de arte, citado por Holton, Ibid., p. 96.

núcleo retirando primeiramente os elétrons do átomo que o alberga e depois leva o núcleo, no fim de uma violenta viagem através de um acelerador de partículas, a bombardear um alvo. Se a energia for suficiente, o núcleo projétil e o alvo desintegram-se, originando fragmentos com momento, energia e spins cheios de fascínio e significado (...).⁴¹⁵

Este método desintegrador, utilizado há séculos em ciências, como, por exemplo, a biologia e a anatomia (daí a referência holtoniana a Vesálio), é talvez o principal método da física de partículas e, como acabamos de ver, está também presente noutras áreas bem distintas, como a arte contemporânea. O método associa o thema conceptual da desintegração, violência e desarranjo (que, numa palavra, podemos designar simplesmente por desordem ou caos) ao thema metodológico da diferenciação. O papel do método desintegrador em diversas áreas disciplinares e culturais contribui para a presença daqueles themata no estilo de pensamento característico da nossa época. E por estar indiretamente associado à cosmologia do big bang, através da física de partículas, também contribui para a integração desta cosmologia nesse estilo de pensamento.

Em suma, estamos perante uma transversalidade epocal: o thema da evolução, o thema da mudança (mudança em geral e mudança rápida, mesmo drástica, em particular), o thema da desordem e o thema da diferenciação estão largamente presentes em inúmeros contextos disciplinares e históricos da atualidade, assim como estão na cosmologia do big bang.

É de admitir que esta transversalidade epocal, perfeitamente coerente com a natureza transversal dos themata (assim como da episteme e especialmente das *Pathosformeln*, aliás), favoreça a consolidação e a difusão da cosmologia do big bang. Com efeito, recordemos que, segundo Holton, a adesão thematica é fortemente influenciada pelas histórias de vida, ou seja, pelo contexto histórico e cultural em que os indivíduos e, portanto, também os futuros cientistas, crescem e vivem. Será mais fácil, à partida, aceitar ideias cujos principais themata façam parte do conjunto dos themata dominantes na época em que se vive. E isto independentemente de se tratar de um cientista, como um cosmólogo, ou de um não cientista – com efeito, não há razão para

⁴¹⁵ Holton, Gerald (1975), p. 98.

admitir aqui qualquer distinção, uma vez que a adesão *thematica* e a fidelidade *thematica* dos indivíduos são questões do foro pessoal, definidas, segundo Holton, nas fases mais jovens da vida, antes da entrada numa atividade profissional e até mesmo antes de a orientação profissional se definir, ou seja, são questões independentes da atividade profissional em concreto. A referida transversalidade epocal favorece, portanto, a aceitação da cosmologia do big bang, quer dentro, quer fora da cosmologia.

3. linhas de força “pontuais” (subjettivas)

- big bang, uma ideia (para muitos) fascinante

A possibilidade de uma narrativa integral e coerente, unificada, que dê conta de toda a história do universo, e um contexto histórico que, além de múltiplas mudanças rápidas, tem a evolução, a desordem e a desintegração a moldar o estilo de pensamento, favorecem, como acabamos de ver, a adesão a ideias como as que encontramos na cosmologia do big bang. Além destes importantes elementos transversais, vimos também elementos *thematicos* longitudinais nesta cosmologia que favorecem essa adesão. Por exemplo, segundo Holton, a fórmula evolutiva dicotómica parece ir ao encontro de uma tendência natural para a dicotomização a partir de unidades indiferenciadas⁴¹⁶, uma tendência psicologicamente relevante e antropologicamente reconhecida. Mas, além disso, parece haver certos fascínios na relação subjettiva com as conceções da cosmologia do big bang, o que é muito interessante do ponto de vista *thematico*, uma vez que, como vimos em Holton, os *themata* podem mesmo funcionar como fascínios pessoais.

Vimos que as preferências estéticas foram desde sempre bastante importantes, mesmo entre os cientistas, para a adesão à cosmologia do big bang (tal como, aliás, para a sua rejeição). Segundo autores como Merleau-Ponty, há uma capacidade sedutora, mesmo fascinante, numa cosmogonia explosiva do tipo big bang. Esse fascínio terá sido sentido pelos seus proponentes, mas também por outros cientistas, como afirma Merleau-Ponty:

⁴¹⁶ Cf. Holton, Gerald (1998), p. 149.

Seja por que for, podemos notar que a imagem cosmogónica explosiva exerceu uma espécie de fascínio sobre os espíritos audaciosos e isso independentemente mesmo das suas posições acerca dos problemas últimos da Cosmogonia.⁴¹⁷

Por oposição ao steady-state tranquilo e monótono, o big bang é explosivo e espetacular. E é bem conhecida a atração que inspiram os espetáculos com explosões, «seja por que for». O próprio Lemaître, como vimos, não resistiu a comparar os primeiros instantes do universo a um espetáculo de fogo-de-artifício. Talvez a tendência natural e quase automática para a bifurcação, de que fala Holton, facilite o fascínio pela cosmogonia explosiva, porque esta é diferenciadora (tal como um espetáculo de fogo-de-artifício).

Esse fascínio relativamente à explosão primordial do universo parece ser um sentimento partilhado por numerosos cientistas, a avaliar pela forma entusiástica com que alguns dos mais reputados escrevem e falam sobre os primeiros instantes do universo. Um fascínio que transbordou para o grande público, o que se nota pelo sucesso editorial de inúmeras obras de divulgação publicadas por esses cientistas e que são total ou parcialmente dedicadas à origem e evolução do universo, algumas das quais se tornaram rapidamente verdadeiros *best-sellers* mundiais, como os já citados exemplos *Os Três Primeiros Minutos* de Steven Weinberg, *Breve História do Tempo* de Stephen Hawking ou *Cosmos* de Carl Sagan. Tudo estar inicialmente concentrado num ponto, haver uma explosão colossal e todo este imenso universo ter origem nisso, eis uma coisa verdadeiramente fantástica! Tão fantástica que parece ficção, mas com a vantagem de ter credibilidade científica.

Este fascínio extravasou o interesse meramente científico, a avaliar, como vimos, pelo uso e abuso do termo *big bang* (ou *Big Bang*) em numerosos contextos comerciais ou sociais e com os mais diversos propósitos, como uma espécie de moda lexical que difunde (muitas vezes vendendo) uma ideia de coisa verdadeiramente interessante. Quando aparece em contextos não disciplinares tão diversos como a música pop e rock, as séries de televisão, os filmes de entretenimento, os jogos, a restauração, o comércio

⁴¹⁷ Merleau-Ponty, Jacques (1965), p. 358.

de alimentos ou de automóveis, o termo *Big Bang* não é, portanto, um nome qualquer – é um nome com conotação normalmente positiva e cativante.

A ideia de uma explosão inicial adequa-se bem à ideia de esfericidade do universo, na medida em que um evento explosivo é uma projeção ou expansão que se realiza em todas as direções a partir de um ponto central (tal como o fogo-de-artifício, recordando novamente a analogia de Lemaître), ou seja, um fenómeno que define um volume esférico – recordemos, a este propósito, as imagens que ilustram o livro *The Creation of the Universe*, de Gamow, e o livro *Os Três Primeiros Minutos*, de Weinberg (fig. 4). Ora, como sabemos, o fascínio pela circularidade é muito antigo e muito forte. Tão antigo e tão forte, que Holton até o chama feitiço.

Por outro lado, esta cosmogonia explosiva está repleta de elementos extraordinários, épicos, sem paralelo no nosso tempo, o que pode reforçar o fascínio. Um fascínio alimentado ainda pela especulação e pelas associações entre Big Bang e Deus, que já vimos a propósito de Stephen Hawking mas que são abundantes (e muito relevantes) na popularização da cosmologia, nomeadamente na cosmologia do big bang. Por exemplo, quando em 1992 numerosos jornais e revistas de todo o mundo noticiaram as observações do satélite COBE (Cosmic Background Explorer) relativas à radiação cósmica de fundo, uma frase do laureado astrónomo George Smoot despertou a atenção do grande público: «Para quem é religioso, é como olhar para Deus.»⁴¹⁸ Quer se acredite ou não em Deus, associações como esta despertam muita atenção. Para os crentes, estas associações religiosas podem ser muito cativantes, se não mesmo fascinantes. Para os não crentes, podem ser, pelo menos, estimulantes enquanto tema de discussão e controvérsia.

Na cosmologia do big bang, há uma aproximação entre homem e universo, no sentido em que cada um de nós está ligado ao universo de uma forma muito profunda, muito umbilical: ligado à sua origem, através de uma longa cadeia evolutiva. Ao mesmo tempo, o universo inteiro, apesar de imenso, pode ser finito e parece ter um ciclo vital – nasce, é jovem, envelhece – tal como acontece connosco e com os seres e sistemas que nos

⁴¹⁸ Cf. Overbye, Dennis (2006).

são mais familiares. Se assim for, o infinito, a existir, continua fora do universo: para os crentes, como aconteceu com Lemaître, o inalcançável pela razão (como o infinito) continua onde sempre esteve – em Deus – e o mundo é mais parecido connosco, finito e mutável, sujeito à evolução e à degradação. E, ainda que seja infinito, o universo da cosmologia do big bang continua sujeito ao ciclo vital. Nesse sentido, a cosmologia do big bang é coerente com a unidade ontológica do universo conseguida há séculos com a queda da divisão do mundo em infralunar e supralunar: o universo, no seu todo, não é imutável nem eterno, tal como os humanos e tudo o que observamos aqui na Terra ou em qualquer outra parte do universo.

Independentemente de o universo ser espacialmente finito ou infinito, há sempre lugar para o mistério, porque as questões mais profundas e atrás enunciadas são de resposta difícil ou mesmo impossível no quadro da cosmologia, pelo menos de uma forma generalizadamente aceite como satisfatória. A própria discussão em torno da finitude/infinitude do universo fascina facilmente por si só, de tão estimulante que pode ser para a imaginação e para as motivações estéticas e metafísicas pessoais, assim como podem ser estimulantes as imensas possibilidades especulativas em torno das origens e da evolução do universo.

Estamos, de facto, perante profundas questões que desde sempre têm acompanhado a humanidade e para as quais cada ser humano, independentemente da cultura, do credo e da época, sente necessidade de resposta: porque é que o mundo existe, como começou a sua existência, se será finito ou infinito, de onde vimos, qual é o nosso lugar no mundo... Com a cosmologia do big bang, algumas respostas parecem possíveis. E algum possível vazio metafísico, nomeadamente quanto às nossas origens e às origens de tudo o que existe, abre as portas ao big bang como mito cosmogónico, no sentido mais reconfortante do mito, base de uma possível visão do mundo estruturada pelo thema transversal da evolução.

E como cereja no cimo do bolo, um sentimento agradável e tranquilizador: estamos em expansão, não em contração. Como dizia Lemaître, podemos tranquilizar-nos porque estamos mais próximos da juventude do que da morte do universo⁴¹⁹.

⁴¹⁹ Cf. Lemaître, Georges (1997a), p. 238.

A cosmologia, em sentido muito lato, enquanto interrogação acerca do mundo, é talvez tão antiga como a humanidade. Quanto à cosmologia científica, também é desde há muito uma área que desperta grande interesse popular, pelo menos desde as obras de divulgação de Jeans e Eddington nos anos 20 e 30 do século XX, como refere Kragh⁴²⁰. O grande sucesso popular dos *best-sellers* de divulgação e de outros textos, como alguns artigos de revistas e de primeira página de jornais, não é certamente alheio à sedução que as questões cosmológicas exercem sobre cientistas e grande público. São mesmo questões fascinantes, que convidam à projeção de *themata* pessoais e coletivos.

Contudo, convém assinalar que, se o fascínio por questões cosmológicas é bastante antigo e generalizado, nem todos se fascinam com a visão do universo oferecida pela cosmologia do big bang, mesmo sem considerar os resistentes do steady-state, como alguns antigos colaboradores de Hoyle⁴²¹. Pelo contrário, e isso porque, à partida, a mesma ideia que pode fascinar também pode causar repulsa (ou, pelo menos, indiferença). Vimos essa possibilidade a propósito da discussão em torno da ideia de big bang e da ideia de steady-state nas décadas de 1930 a 1950; e não há qualquer razão para esse comportamento tipicamente *thematico*, envolvendo motivações estéticas ou metafísicas, ter deixado de existir, ainda que a cosmologia do big bang se tenha consolidado como paradigma cosmológico moderno. Aliás, vimos precisamente que, mesmo dentro do quadro paradigmático do big bang, a antiquíssima questão da finitude/infinitude do universo continua por resolver, por falta de dados observacionais suficientes, o que é um bom convite à projeção de *themata* pessoais.

Mas certo é que atualmente a cosmologia do big bang goza de uma grande popularidade, quer dentro, quer fora da cosmologia e da ciência, envolvendo num mesmo fascínio simultaneamente cientistas, não cientistas e grande público.

⁴²⁰ Cf. Kragh, Helge (1996), p. ix.

⁴²¹ Por ex., Jayant Narlikar foi colaborador de Hoyle. Mas há críticos que nada tiveram a ver com Hoyle, como, por ex., Eric Lerner (1991) ou José Croca e Rui Moreira (2003).

Como acabamos de ver, a cosmologia do big bang tem uma matriz *thematica* com linhas de força longitudinais, transversais e “pontuais”, o que se adequa bem à natureza múltipla dos próprios *themata* (aos quais reconhecemos natureza longitudinal, transversal e pontual/subjetiva).

Longitudinalmente, vimos que a cosmologia do big bang se inscreve na tradição de Heráclito, de um mundo em mudança; vimos igualmente que retoma uma fórmula evolutiva muito antiga, já observada em mitos cosmogónicos, mas essa fórmula (qual *Pathosformel*) e a criação *ex nihilo* não justificam que o big bang deva ser considerado um novo mito cosmogónico; vimos que essa fórmula evolutiva envolve um jogo entre diferenciação e unificação, onde a unidade e a simplicidade são procuradas por detrás da multiplicidade e da complexidade atualmente observadas; vimos que a cosmologia do big bang oferece possibilidades especulativas em torno das origens e da evolução do universo, estimulando a imaginação; vimos ainda que esta cosmologia continua a alimentar o velho o fascínio pela circularidade, embora esta tome novas formas, assim como o fascínio pela velha questão da finitude/infinitude do universo, ainda por resolver.

Transversalmente, vimos que o *thema* da evolução integra a cosmologia do big bang numa episteme do devir e da historicidade, conjugando-a perfeitamente com a biologia e construindo, em conjunto com essa e outras áreas científicas, uma visão científica do mundo em que a complexidade que atualmente conhecemos é fruto de uma longa e contínua evolução cósmica. Vimos também que o contexto histórico da nossa época, com múltiplas e rápidas mudanças, e com um estilo de pensamento que dá muita atenção ao *thema* da evolução, ao *thema* da desordem e ao *thema* da diferenciação, favorece a consolidação e a difusão da cosmologia do big bang.

Em terceiro lugar, vimos que, subjetivamente, há na cosmologia, em geral, e na cosmologia do big bang, em particular, alguns *themata* bastante sedutores, mesmo fascinantes, que podem contribuir para o trabalho científico e também para a adesão popular ao paradigma cosmológico moderno.

Recusar importância a esta dimensão *thematica* seria tão absurdo como recusar importância à dimensão teórica ou à dimensão experimental que tornaram a hipótese

do big bang claramente hegemónica na cosmologia contemporânea. Com efeito, o eixo thematico da ciência é, recordemos, tão fundamental como o eixo analítico e o eixo empírico, pelo que não há razão para se recusar, num complexo jogo de interação entre os três eixos, o seu contributo para o sucesso ou insucesso das teorias, dentro e fora da ciência.

Por outro lado, e em concreto, a longitudinalidade, a transversalidade e o lado subjetivo da thematica da cosmologia do big bang integram-na profundamente, não apenas na ciência, como na história e na cultura, levando-a mesmo a transbordar as fronteiras científicas. E isso mesmo ficou evidente na integração da cosmologia do big bang em tradições thematicas milenares e na episteme moderna, assim como nas complexas motivações estéticas e metafísicas de importantes cientistas ou nas interpretações mitológicas e associações religiosas.

À partida, e num plano mais geral e abstrato, o facto de estarmos perante profundas questões que desde sempre têm inquietado a humanidade facilita a adesão de cientistas e não cientistas. Mas, num plano mais específico e concreto, a matriz thematica própria da cosmologia do big bang também parece seduzir cientistas e grande público, contribuindo para o seu sucesso dentro e fora da ciência cosmológica.

Conclusão

Recordemos a primeira ambição desta investigação: ajudar a compreender o imenso sucesso de que goza atualmente a cosmologia do big bang dentro e fora das suas fronteiras disciplinares.

Como explicar o notável consenso dos cosmólogos em torno da hipótese do big bang? Como explicar que haja disciplinas científicas, como a biologia, mas também disciplinas não científicas, como a teologia, que tenham acolhido tão bem esta hipótese? Como explicar que esta hipótese seja hoje tão popular, suscitando tanto interesse junto do grande público e disseminando surpreendentemente o seu nome por numerosos contextos sociais e comerciais? Foi para ajudar a responder a estas questões que iniciei esta investigação.

Para tal, decidi recorrer à análise *thematica*, ferramenta que me pareceu adequada, uma vez que era expectável observar uma importante dimensão *thematica* na cosmologia do big bang, e não apenas nos seus processos de construção, como também nos seus processos de consolidação e aceitação. Com efeito, o envolvimento, quantas vezes apaixonado, com que foram e são trabalhadas as grandes questões cosmológicas e, em particular, a forma como foi vivida a disputa entre a cosmologia do big bang e a sua grande rival, a cosmologia do *steady-state*, com inegáveis projeções, mais ou menos evidentes, de crenças e preconceitos, atrações e resistências, fascínios e repulsas, indicavam, logo à partida, uma dimensão *thematica* muito atuante na pesquisa cosmológica e, em particular, nos processos que contribuíram para a construção e para a consolidação da cosmologia do big bang. Além disso, se os *themata* também atuam nos processos de difusão do saber, contribuindo para a sua aceitação ou para a sua rejeição, era também de esperar um importante contributo de alguns *themata* para o generalizado consenso dos cosmólogos em torno da cosmologia do big bang. De esperar era também que a natureza transversal dos *themata*, ligando a cosmologia à sua contemporaneidade cultural, ajudasse a compreender as diversas formas de presença e o grande acolhimento desta cosmologia em contextos disciplinares e em contextos populares da atualidade. E de esperar era ainda que a longevidade histórica dos *themata*

ajudasse a compreender enraizamentos da cosmologia do big bang na história da cosmologia, na história da ciência e na história das ideias em geral que tenham favorecido e continuem a favorecer esta corrente cosmológica.

Contudo, recordemos, a escolha da análise *thematica* como ferramenta metodológica levou-me a começar por clarificar os fundamentos conceptuais deste género de análise, nomeadamente o conceito de *thema*, uma vez que este conceito é apresentado por Holton de forma imprecisa e com algumas ambiguidades, sem uma definição consistente e sem oferecer uma classificação taxonómica dos diversos *themata* que pudesse ser útil sempre que se recorresse à análise *thematica* para desenvolver um determinado estudo. Aliás, ao tentar iniciar a análise *thematica* de alguns textos cosmológicos fundamentais, senti, por experiência própria, a necessidade de, antes de prosseguir com essa análise temática, aprofundar e “afinar” de alguma forma a ferramenta metodológica que havia escolhido.

O propósito de contribuir para a clarificação do conceito de *thema* tornou-se, pois, o segundo grande objetivo da investigação, que, por razões metodológicas, foi o primeiro a ser trabalhado, de forma a poder contribuir para uma maior fecundidade da análise *thematica* na persecução do objetivo inicial de compreensão do sucesso da cosmologia do big bang.

A investigação passou então a ter dois grandes objetivos, uma dupla missão. E, em conformidade com isso, desenvolveu-se em dois momentos, correspondentes às duas partes em que se estruturou a presente dissertação: em primeiro lugar, um estudo teórico que procedeu a uma clarificação dos fundamentos conceptuais da análise *thematica*; em segundo lugar, um estudo de caso que consistiu na aplicação da análise *thematica* à cosmologia contemporânea, particularmente à questão do sucesso da cosmologia do big bang.

Havendo dois grandes objetivos a alcançar, é de esperar que as conclusões remetam para ambos. Começarei pelas conclusões referentes à clarificação do conceito de *thema* (pontos 1 e 2), para depois finalizar com as conclusões referentes ao sucesso da cosmologia do big bang.

1. sobre a clarificação do conceito de thema

O esforço de clarificação que desenvolvi relativamente ao conceito de *thema* levou-me a começar por desbravar exaustiva e minuciosamente os textos de Holton. Esse estudo foi depois complementado por um estudo comparativo que confrontou aquele conceito com outros conceitos propostos por vários autores do séc. XX, alguns deles contemporâneos de Holton: o paradigma de Kuhn, o arquétipo de Jung, o obstáculo epistemológico de Bachelard, a *episteme* de Foucault, a *Pathosformel* de Warburg.

A profusão de designações e as ambiguidades conceptuais com que Holton, ao longo dos seus textos, se refere aos *themata* mostram uma grande dificuldade em delimitar de forma precisa o conceito que ele mesmo propôs. De facto, Holton nunca apresentou um conceito suficientemente preciso de *thema*. Como vimos no cap. I.1, Holton vai apresentando, ao longo dos seus textos, as diversas facetas do conceito recorrendo a diversas designações e sem chegar a propor uma definição. Recordemos que, nas suas palavras, um *thema* é um «guia»¹, uma «noção orientadora fundamental»², uma «ideia orientadora»³, uma «profunda convicção»⁴, um «pressuposto fundamental»⁵, uma «preferência»⁶, um «preconceito»⁷, uma «predisposição»⁸, uma «atitude fundamental»⁹, uma «crença»¹⁰ (que pode ser «obstinada»¹¹), um «fascínio»¹², uma «ligação»¹³, uma «noção»¹⁴, um «termo»¹⁵, uma «decisão»¹⁶, um «juízo

¹ Holton, Gerald (1998a), p. 116.

² Ibid., p. 182.

³ Holton, Gerald (1975), p. 100.

⁴ Holton, Gerald (1998a), p. 75.

⁵ Ibid., p. 116.

⁶ Ibid., p. 183.

⁷ Holton, Gerald (1996a), p. 201.

⁸ Holton, Gerald (1998a), p. 177.

⁹ Holton, Gerald (1975), p. 154.

¹⁰ Ibid., p. 117; Holton, Gerald (2005), p. 145.

¹¹ Holton, Gerald (1998a), p. 117.

¹² Ibid., p. 122.

¹³ Holton, Gerald (1975), p. 132.

¹⁴ Ibid., p. 57.

¹⁵ Ibid., p. 57.

¹⁶ Ibid., p. 57.

metodológico»¹⁷, um elemento que «modela o estilo»¹⁸, um elemento que funda uma «base conceptual e mesmo emocional»¹⁹ da produção do saber.

A clarificação conceptual desenvolvida na primeira parte da minha investigação mostrou que, de facto, o conceito de thema é multifacetado e complexo. Não é por acaso que, como corolário dessa clarificação, apresentei, no cap. I.8, uma lista com nada menos que 30 pontos para tentar caracterizar e dar conta do que é, afinal, um thema.

De facto, há grandes tensões, e mesmo oposições, a latejar no interior do conceito proposto por Holton: um thema envolve subjetividade mas também objetividade, tem existência no indivíduo mas também na comunidade, vive no momento mas atravessa a história; tece continuidades profundas e estruturais no saber e assume a forma de especificidades temporais e particularidades disciplinares; estabelece, pela sua longevidade histórica, ligações diacrónicas entre o saber de diferentes épocas, e, pela sua transversalidade, ligações sincrónicas entre diferentes áreas do saber; está sujeito a ciclos de ascensão e declínio; pode ser universal mas também específico; pode ser fundamental mas também derivado; pode funcionar de forma singular ou integrado em pares ou tripletos; pode estar explícito ou apenas implícito num texto, pode ser consciente ou inconsciente; envolve a razão mas pode envolver ainda mais o sentimento, trazendo alguma irracionalidade a domínios supostamente racionais; envolve intimidade e espaço público; coloca a psicologia individual em complexas relações com a história e o meio cultural.

Mas, por mais multifacetado e complexo que seja, um thema tem uma atuação simples: guia sempre o indivíduo ou a comunidade na sua relação com o saber e com as criações culturais em geral, condicionando fortemente a construção do saber (ou de outra criação cultural, como, por exemplo, uma obra de arte) e a reação ao saber (ou a outra criação cultural, como, por exemplo, uma obra de arte) que outros produziram.

Este carácter orientador do thema, especialmente expresso em algumas das designações usadas por Holton (como «guia», «noção orientadora fundamental», «ideia orientadora», «preferência» ou «predisposição»), é independente de o thema ser

¹⁷ Ibid., p. 57.

¹⁸ Holton, Gerald (1998a), p. 185.

¹⁹ Ibid., p. 184.

consciente ou inconsciente, explícito ou implícito, universal ou específico; é independente de funcionar de forma singular ou integrado num par ou triplete, de ser mais ou menos antigo numa determinada área, de atuar a nível individual ou a nível coletivo. Podemos dizer, por isso, que estamos perante uma característica essencial de qualquer thema, uma característica nuclear. Um conceito, uma metodologia ou uma hipótese só é thema se orientar, ou seja, se guiar o indivíduo ou a comunidade na sua relação com o saber e com as criações culturais em geral.

A clarificação conceptual desenvolvida revelou uma pluralidade omissa nas teses de Holton: um thema pode ser um orientador conceptual ou proposicional de natureza metafísica ou estética, no que se refere ao objeto de estudo, e pode ser um orientador metodológico de natureza lógica, epistemológica ou (muito mais raramente) estética, no que se refere às formas de estudar ou de trabalhar esse objeto.

E como é que um conceito, uma metodologia ou uma hipótese se torna um elemento orientador na relação com o saber e a cultura? Essa é, como vimos, uma questão de complexas relações entre o indivíduo e o seu meio histórico-cultural, aquilo a que, em termos holtonianos, podemos chamar origem psicológica dos themata ou adesão aos themata. É essa adesão, normalmente inconsciente e ocorrida nos primeiros anos de vida dos indivíduos, que transforma um simples conceito, uma simples metodologia ou uma simples hipótese, num thema conceptual, num thema metodológico, numa hipótese thematica (thema proposicional).

Retomemos, por exemplo, o conceito de evolução. Enquanto conceito, não é em si mesmo um thema. Apenas se torna um thema quando algum sujeito, na sua relação com o saber, é guiado por ele, consciente ou inconscientemente – quando, por exemplo, um cosmólogo tem mais tendência para aceitar um universo evolutivo, em vez de um universo em estado estacionário. Sem essa apropriação subjetiva, de que resulta uma orientação, uma preferência (ou mesmo uma «crença» ou um «fascínio», nas palavras de Holton), nunca o conceito de evolução (como, aliás, o conceito oposto de estado estacionário) seria um thema, mas apenas um conceito (como qualquer outro conceito metafísico, biológico, físico...). Através desta apropriação subjetiva, este thema orienta o trabalho integrando-se num mapa thematico que se objetiva em ideias ou produtos tornados públicos e que assim ficam de alguma forma inscritos no corpus cultural.

Orientando de algum modo o trabalho de diversos autores em diversas áreas disciplinares, o thema da evolução ficou inscrito em ideias e teorias publicadas ao longo dos tempos (na filosofia, na biologia, na geologia, na física, na química, na cosmologia...) – como recorda Holton quando refere a tradição evolucionária de Heráclito, em que inclui a cosmologia do big bang. Dotado desta existência objetiva no corpus cultural, encontra-se disponível para novas apropriações subjetivas. Podemos, pois, dizer que estamos perante um jogo entre subjetividade objetivada e objetividade subjetivada; uma dialética de objetividade e subjetividade.

Por isso, faz sentido olharmos o thema como tendo uma natureza dual em que objetividade e subjetividade coexistem e se complementam. Em certos casos, pode convir dar mais atenção ao lado objetivo, noutros casos ao subjetivo, mas de cada vez que a atenção se direciona para um dos lados o outro não desaparece.

Em Holton, esta natureza simultaneamente objetiva e subjetiva dos themata foi uma característica mal definida. Mas, a meu ver, temos de admitir que esta natureza dual, em que objetividade e subjetividade coexistem e se complementam, é uma característica incontornável e ao mesmo tempo muito peculiar do conceito de thema. Enquanto condição necessária para o reconhecimento do estatuto de thema, temos, aliás, de admitir essa natureza dual como mais uma característica essencial do conceito, intimamente associada ao caráter orientador, a primeira das características essenciais de um thema. Tal como o caráter orientador, também esta natureza dual é independente de o thema ser consciente ou inconsciente, explícito ou implícito, universal ou específico; e independente de o thema funcionar de forma singular ou integrado num par ou triplete, de ser mais ou menos antigo numa determinada área, de atuar a nível individual ou a nível coletivo.

Se, no plano subjetivo, podemos dizer que a origem psicológica (ou ontogénese) dos themata é fruto de uma complexa interação entre as características particulares do sujeito e o contexto histórico-cultural em que este se desenvolve, no plano objetivo, podemos dizer que a origem histórica (ou filogénese) dos primeiros themata é muito longínqua e remete-nos, pelo menos, para os primeiros mitos criados pela humanidade. Cada thema está sujeito a ciclos de ascensão e declínio, quanto à importância que tem na cultura, mas persiste ao longo da história. Nesta sua longevidade histórica, que está

para além da efemeridade dos indivíduos e mesmo das épocas, o thema vai assumindo novas formas e novos nomes mas conserva o seu núcleo conceptual, compreendendo-se assim que haja um número limitado de themata ao longo do tempo.

Cruzando-se com esta natureza longitudinal, há nos themata uma transversalidade disciplinar e cultural que os dissemina pelas mais diversas áreas, permitindo-lhes assumir formas específicas em cada uma delas – mas conservando uma vez mais o seu núcleo conceptual – e permitindo-lhes contribuir para o estilo de pensamento próprio de uma época.

Como todos os themata são dotados de longevidade e transversalidade, estamos uma vez mais perante características absolutamente incontornáveis no conceito de thema – mais duas características essenciais, a juntar ao carácter orientador e à dualidade objetividade-subjetividade.

No âmbito da clarificação do conceito de thema, procurei nos textos de Holton os themata por ele identificados, tentando concretizar o velho desafio que, como vimos, havia sido colocado em 1975 por Robert Merton – construir indutivamente uma lista de themata e organizá-los taxonomicamente. Como sabemos, Holton nunca respondeu concretamente a este desafio, nunca lhe deu grande importância, pelo menos a ponto de se dar ao trabalho de elaborar a referida lista, fazendo apenas notar que a elaboração de uma lista poderia começar pelas entradas dos índices dos seus livros.

Como frutos dessa procura e dessa taxonomização, propus, não uma, mas duas listas de themata. A primeira, mais extensa e com mais parâmetros de organização, apresenta os themata que, segundo Holton, têm estado presentes nas ciências físicas ao longo dos séculos. A sua organização taxonómica dá conta da tripla utilização dos themata – conceptual, metodológica, proposicional – e da pluralidade dos themata – metafísicos, estéticos, lógicos e epistemológicos. A segunda lista, elaborada a partir da primeira, é mais sintética e mais pequena por apresentar os themata mais fundamentais.

Acredito que, enquanto a primeira lista pode ser útil para análises thematicas que incidam sobre as ciências físicas, como foi o caso do presente estudo sobre a cosmologia do big bang, a segunda pode vir a revelar-se útil para análises thematicas noutras áreas disciplinares ou culturais, assim como para a compreensão de relações entre áreas

disciplinares e culturais diversas. Aliás, a transversalidade dos themata que constituem a segunda lista, obtida por uma espécie de “destilação” da primeira, mostra bem de que modo as ciências físicas, em particular, e a ciência, em geral, são atividades profundamente radicadas e envolvidas na história e nas dinâmicas culturais da humanidade, o que vai ao encontro da perspectiva integradora de Holton.

Como vimos, os themata identificados por Holton nas ciências físicas são cerca de uma centena. Holton mostrou-se sempre surpreendido com este número, que considerava reduzido. Mas, sejam conceptuais, proposicionais ou metodológicos, os themata apresentam-se como possibilidades – possibilidades quanto às propriedades metafísicas ou estéticas do objeto de estudo e possibilidades lógicas ou epistemológicas quanto às formas de o estudar. E, assim, compreende-se que sejam em número relativamente reduzido – os processos mentais de construção de mapas thematicos não se podem abrir a infinitas possibilidades imaginativas mas são, pelo contrário, dupla e simultaneamente constrangidos pela realidade do objeto estudado e pelas possibilidades da razão. Recordemos ainda que, no que se refere aos themata conceptuais, as propriedades a que estes se referem são propriedades fundamentais, estruturantes, o que justifica um pequeno número de possibilidades. Por exemplo, o universo ou é finito ou infinito (quanto ao espaço ou quanto ao tempo), os seus constituintes ou são contínuos ou descontínuos... Ou seja, para cada propriedade fundamental as possibilidades são reduzidas e, no final, as possibilidades continuam ainda reduzidas para o conjunto de propriedades que forem fundamentais para as questões estudadas.

Vimos que a maior parte dos 110 themata listados são conceptuais (70); seguem-se os metodológicos (32) e só depois os proposicionais, em número quase residual (apenas 8). Podemos interrogar-nos quanto à completude desta lista de themata. Recordemos, a esse propósito, que, tendo Holton estudado as ideias físicas, astronómicas e cosmológicas mais influentes de sempre, há boas razões para acreditar que estes themata são, se não todos, talvez quase todos ou, pelo menos, os mais influentes na história das ciências físicas. Aliás, a grande recorrência dos themata identificados, manifestando-se muitos deles repetidamente em obras de numerosos cientistas e de épocas muito diversas, é um bom indício de que, no eixo thematico, o desenvolvimento

das ciências físicas tem decorrido em torno dos themata identificados por Holton. Mas, além de haver sempre a possibilidade de Holton não ter identificado todos os themata das ciências físicas, convém recordar também que o aparecimento de um novo thema numa área disciplinar, embora raro, não é impossível, podendo acontecer que haja themata que ainda não se manifestaram nas ciências físicas mas que já existam noutras áreas (científicas ou não) e que no futuro venham a desempenhar algum papel no âmbito da física. Mais: sempre que um cientista formule, defenda e utilize uma hipótese sem dispor de suficientes observações ou fundamentos teóricos que a sustentem, estará a criar um novo thema proposicional, o que significa que há, portanto, inúmeras possibilidades para este tipo de thema. Por tudo isto, a primeira lista apresentada no cap. I.2, embora possa ser vista como bastante completa, não deve ser vista como fechada. Aliás, como veremos adiante, o estudo de caso revelou que há, pelo menos, um thema que Holton não identificou claramente na cosmologia (embora esteja implícito em dois dos themata por ele identificados nas ciências físicas).

Ora, independentemente da sua completude, a lista expõe de forma clara certas relações de proximidade, e mesmo de filiação, entre alguns themata, o que vai de encontro à percepção de Holton, que reconheceu haver themata mais fundamentais do que outros²⁰. Por exemplo, o par diferenciação/integração é um par thematico «fundamental» (ou «básico»²¹) que pode assumir diversas formas, algumas das quais foram explicitadas por Holton como themata (análise/síntese; reducionismo/holismo; decomposição/unificação...). Como vimos, isto justifica uma hierarquização dos themata, distinguindo *thema fundamental* do que eu designei *thema derivado* – uma filiação ou forma particular de um thema fundamental. E isto justifica igualmente a referida “destilação” da primeira lista thematica, extraindo os themata derivados de forma a obtermos uma segunda lista, apenas de themata fundamentais e que, por serem comuns a outras áreas, são também universais.

Com a elaboração da segunda lista thematica, reconhecemos que, para cada thema fundamental, pode haver vários themata derivados. Com efeito, o facto de um thema fundamental ter vários themata derivados que são específicos de uma área (como as

²⁰ Cf. Holton, Gerald (1998), pp. 111-151.

²¹ Ibid., p. 151.

ciências físicas) significa que, se esse thema fundamental é também universal, então um thema universal pode ter vários themata específicos, em vez de um só, dentro de uma mesma área disciplinar ou cultural. Esta característica thematica não assinalada por Holton obriga a alargar a sua ideia de que um thema se manifesta segundo uma forma específica em cada área do saber e da cultura. Ou seja: a expressão matemática com que Holton apresenta a universalidade dos themata deve ser reformulada. Assim, em vez de se traduzir esta universalidade pela fórmula:

$$\Theta = \sum_{n=\alpha}^{n=\omega} \Theta_n$$

em que um thema (Θ) é o somatório de todas as suas manifestações (Θ_n) em cada área disciplinar ou cultural n , proponho que se passe a traduzir por esta:

$$\Theta = \sum_{n,i=\alpha}^{n,i=\omega} \Theta_{ni}$$

em que Θ é o thema, n é uma área e Θ_{ni} é uma das várias formas específicas do thema na área n (formas específicas que podem ser contemporâneas entre si ou, pelo contrário, revelar-se em diferentes épocas).

Na segunda lista, o número de themata (70) é significativamente mais reduzido do que na primeira, sendo de notar que nos themata fundamentais não consta qualquer thema proposicional, o que resulta do facto de os themata proposicionais da primeira lista serem específicos das ciências físicas.

A questão da completude colocada para a primeira lista pode ser igualmente colocada para esta. Com efeito, tendo em conta que esta segunda lista resulta de uma lista de themata identificados nas ciências físicas, podemos interrogar-nos se não haverá themata universais que não constem desta segunda lista simplesmente porque não se manifestaram ainda nas ciências físicas e/ou não foram identificados por Holton. Como veremos ainda, há, pelo menos, um que deve ser acrescentado à lista.

As listas de themata propostas, com as suas organizações taxonómicas, são certamente passíveis de revisão. Outras formas de evidenciar relações entre themata poderão ser ensaiadas, como, por exemplo, um organograma ou múltiplos organogramas

associados. Estaríamos assim próximos da designação *mapa thematico* com a qual Holton por vezes se refere ao conjunto dos themata de um indivíduo ou da designação *matriz thematica* que usei neste estudo sobre cosmologia. Enfim, são possibilidades que ficam em aberto, para desenvolver posteriormente, em abstrato ou num estudo de caso concreto. Mas, para já, e respondendo ao velho e adiado desafio de Merton, ficam estas listas à disposição de todos os que as queiram utilizar.

Quanto ao estudo comparativo em que confrontei o conceito de thema com outros conceitos, pode-se concluir que o mesmo revelou ser com as *Pathosformeln* de Warburg que os themata de Holton têm maiores afinidades, o que não deixa de ser surpreendente, uma vez que Holton é um físico e historiador de ciência enquanto Warburg foi historiador de arte. As grandes afinidades entre os dois conceitos encontram-se na persistência histórica, na transversalidade disciplinar e cultural, na capacidade de assumir formas específicas numa determinada época e num determinado contexto. Tal como as *Pathosformeln*, os themata são dotados de continuidade diacrónica e sincrónica, atravessam os tempos e as culturas, estão sujeitos a ciclos de ascensão e declínio, recebem a adesão dos indivíduos enquanto sujeitos com histórias de vida particulares mas que, ao mesmo tempo, se inscrevem num determinado contexto histórico e cultural. No caso dos themata, contudo, as particularidades individuais assumem uma importância crucial e podem criar profundas diferenças e oposições dentro de uma mesma época, de uma mesma área disciplinar, de um mesmo contexto histórico e cultural.

As afinidades entre os conceitos de thema e de episteme também são assinaláveis, sobretudo quanto ao carácter epocal das transversalidades disciplinares. Tanto a análise thematica como a arqueologia do saber procuram relações que, numa determinada época, ligam a produção do saber em áreas diversas, mas, na análise thematica, e ao contrário do que acontece na arqueologia do saber, a importância do sujeito é absolutamente central. Com efeito, e como vimos, é pela apropriação subjetiva que um conceito, uma metodologia ou uma hipótese se torna um thema. E uma das principais funções da análise thematica, como Holton mostrou em diversos estudos de caso, consiste precisamente em descrever e tentar compreender os contornos dessa ligação

subjetiva, ou seja, consiste em dar especial atenção ao sujeito e ao seu papel na construção do saber.

De forma mais restrita que a episteme, porque se limita a uma determinada área disciplinar, também o paradigma de Kuhn se aproxima dos themata, relativamente à partilha sincrónica e comunitária de crenças, valores e métodos. Mas, ao contrário dos themata, tanto a episteme como o paradigma são entidades que estabelecem descontinuidades diacrónicas. Uma característica que consitui uma diferença absolutamente radical em relação aos themata, uma vez que é completamente oposta a uma das características essenciais dos themata – a sua grande longevidade histórica.

Quanto aos arquétipos de Jung, a universalidade de que são dotados, ligando formalmente a história, as culturas e a totalidade dos indivíduos, aproxima-se da universalidade dos themata, mas a natureza imutável que Jung atribui aos seus arquétipos afasta-se claramente da variabilidade histórica, disciplinar e individual que caracteriza os themata.

Quanto ao obstáculo epistemológico de Bachelard e à psicanálise do conhecimento que lhe está associada, pode-se dizer que correspondem ao reconhecimento de uma dimensão subjetiva muito atuante nos processos de produção do conhecimento científico, tal como acontece na análise thematica. Mas vimos que, se a análise thematica é descritiva, ou seja, se reconhece na produção do conhecimento uma dimensão subjetiva que, não só valoriza, como também tenta descrever do ponto de vista thematico, para melhor compreender essa produção de conhecimento, a psicanálise do conhecimento objetivo proposta por Bachelard é, pelo contrário, uma análise prescritiva, ou seja, reconhece também essa dimensão subjetiva mas, porque a considera prejudicial, prescreve a erradicação de qualquer traço de subjetividade na produção do conhecimento. Ora, os themata não são, em si mesmos, obstáculos epistemológicos que devam ser erradicados da produção do conhecimento. Pelo contrário, os themata conferem à atividade científica uma vitalidade insubstituível porque animam a produção do conhecimento, pelas relações subjetivas de adesão ou de rejeição que os cientistas constroem com os mesmos, pelos mapas thematicos individuais que daí resultam, pelas orientações concretas que conduzem o trabalho dos cientistas, pelo papel estruturante que estes mapas thematicos individuais

desempenham no conhecimento produzido, pelas oposições thematicas geradoras de controvérsias e potenciadoras de avanços no conhecimento... E quem diz que os themata conferem uma vitalidade insubstituível à atividade científica, diz o mesmo quanto ao seu papel na atividade cultural em geral, pela transversalidade que detêm.

Em todos os casos, as afinidades encontradas entre o conceito de thema e os outros cinco conceitos selecionados levam a concluir que a seleção foi bastante acertada. Contudo, além de ter permitido reconhecer interessantes semelhanças, o estudo comparativo também revelou significativas diferenças, mostrando como o conceito de thema é um conceito aberto, dotado de pontos de contacto e relações com outros conceitos, mas, ainda assim, um conceito com individualidade própria, capaz de justificar a sua integração num espectro de conceitos e ferramentas de análise que historiadores e filósofos da ciência e da cultura têm hoje à disposição para estudarem os processos de produção e difusão do saber.

Com efeito, tal como todos os outros conceitos convocados para o estudo comparativo, o conceito de thema é essencialmente o de uma entidade orientadora na relação com o saber. Mas, como vimos, um thema é muito mais do que isso: é uma entidade relacional complexa, cuja complexidade corresponde, no fundo, à complexidade dos processos de produção e difusão do saber que pretende descrever e compreender. Na verdade, o conceito de thema tenta dar conta do jogo dialético que nesses processos acontece entre objetividade e subjetividade; tenta apreender as relações entre as particularidades individuais e o contexto histórico-cultural, entre o indivíduo e a comunidade, entre a produção do saber e a sua partilha, entre a história e as produções culturais de uma época, entre as especificidades disciplinares e a amplitude do espectro cultural; tenta, enfim, compreender as relações que, no interior de uma determinada área disciplinar, articulam uma identidade disciplinar estável e historicamente persistente, por um lado, com a vitalidade que, por outro lado, promove a inovação. O conceito de thema é multifacetado e complexo porque pretende dar conta de uma realidade multifacetada e complexa. É, por isso mesmo, um conceito muito interessante – a sua complexidade significa profundidade, espessura conceptual, fecundidade, ao serviço da descrição e da compreensão das dinâmicas do saber, em particular, e da cultura, em geral.

Por este caráter multifacetado e complexo do conceito de thema, torna-se difícil elaborar uma boa definição do mesmo. Talvez não seja, afinal, por acaso que Holton nunca apresentou uma, apresentando, ao invés, diversas formulações fragmentárias e dispersas, envolvidas em algumas imprecisões e ambiguidades. E recordemos também como, pela minha parte, no final da clarificação conceptual desenvolvida, senti necessidade de apresentar 30 pontos para tentar delimitar o conceito (cap. I.8).

Mas tendo em conta tudo o que vimos, e apesar das dificuldades, pode-se ensaiar uma definição que tente delimitar e apresentar, sinteticamente, o conceito de thema. Uma definição que pode ser esta:

Um thema é um conceito, um método ou uma hipótese de natureza metafísica, estética, lógica ou epistemológica, com grande longevidade histórica e ampla transversalidade cultural, que, por apropriação subjetiva, funciona como importante orientador individual ou coletivo na produção e na receção do saber ou de outras criações culturais.

Esta definição, necessariamente sintética (aliás, muito sintética), não explicita todos os contornos de um conceito que reconhecemos como multifacetado e complexo. Mas, como qualquer boa definição, pretende delimitar e apresentar o essencial do conceito a que se refere. E, no que se refere ao conceito de thema, o essencial, como vimos, reside no seu caráter orientador (como conceito, método ou hipótese de natureza metafísica, estética, lógica ou epistemológica), na sua dualidade objetividade-subjetividade, na sua longevidade histórica e na sua transversalidade cultural, características contempladas pela definição proposta. A explícita referência a “outras criações culturais” pretende dar conta da universalidade cultural dos themata, contemplando produtos culturais que não cabem na designação de “saber”, como, por exemplo, uma obra de arte.

xxx

Recordemos as três finalidades da clarificação do conceito de thema: contribuir para uma melhor compreensão de um conceito interessante para a história e filosofia das ciências; contribuir para que a análise thematica possa ser usada de forma mais fecunda

na compreensão da atividade científica e da cultura em geral; permitir que o estudo de caso aqui proposto pudesse já beneficiar dessa clarificação.

Quanto às duas primeiras finalidades, acredito que a clarificação prévia e os aspetos revelados pelo estudo de caso (aspetos que veremos a seguir) tornam o conceito de thema mais preciso e oferecem à análise thematica um maior potencial enquanto ferramenta à disposição da compreensão da atividade científica, em particular, e da cultura, em geral.

Quanto à terceira finalidade, posso dizer que a clarificação prévia do conceito de thema, desenvolvida antes de realizar o estudo de caso, contribuiu efetivamente, e de forma relevante, para o trabalho desenvolvido no mesmo, especialmente pela taxonomia dos themata elaborada nessa clarificação. Com efeito, as listas taxonómicas de themata construídas a partir dos themata identificados por Holton nas ciências físicas e a partir do reconhecimento da sua natureza plural (estética, metafísica, lógica ou epistemológica), revelaram-se empiricamente como um importante recurso de consulta e de orientação.

Uma questão que se colocava logo no início do estudo de caso era esta: como saber claramente que estamos perante um thema quando analisamos um texto publicado, sobretudo se se tratar de um texto dirigido aos pares (como acontece com um artigo científico), onde normalmente os themata são menos evidentes? É aí que uma lista pode ser muito útil, e foi-o efetivamente neste estudo de caso. Com efeito, a longevidade, a transversalidade e a partilha de um thema fazem com que, na análise thematica de textos de um determinado autor, seja muito provável confrontarmo-nos com algum thema presente nos trabalhos de outros autores (contemporâneos ou anteriores, da mesma área ou de outra) e que tenha já sido identificado como tal. E, além de ter permitido identificar mais facilmente os themata presentes nos textos publicados, as listas tornaram ainda possível que diversos e importantes aspetos dos themata, nomeadamente relativos à sua organização taxonómica, estivessem também contínua e facilmente acessíveis para um melhor desenvolvimento do trabalho.

2. sobre o contributo deste estudo de caso para a análise thematica

O estudo de caso desenvolvido permitiu observar, em concreto, algumas importantes características dos themata, confirmando a validade de algumas teses de Holton. Vejamos.

Os themata são mais explícitos em textos não dirigidos aos pares. Vimos isso de forma especialmente clara em Friedmann. Apesar de ter usado pela primeira vez a expressão «criação do universo» num artigo científico, foi no livro *O Universo como espaço e tempo*, dirigido a não cientistas, que Friedmann revelou explicitamente alguns dos seus themata, nomeadamente o thema da criação ex nihilo associado a uma origem divina do mundo.

A fidelidade thematica de um cientista é duradoura e pode ser para toda a vida. Mesmo perante resultados experimentais aparentemente desfavoráveis à cosmologia do steady-state, Hoyle nunca se deixou convencer pela hipótese do big bang. Apesar de, na década de 1990, e em conjunto com novos colaboradores, ter substituído o steady-state pelo quasi steady-state, os seus principais themata (estado estacionário, existência contínua, infinitude espacial) alimentaram uma resistência que se prolongou até ao final da sua vida, uma resistência assente numa explícita recusa em aceitar determinadas observações como provas conclusivas a favor do big bang e, no fundo, assente numa implícita esperança de que, um dia, os desenvolvimentos da cosmologia acabariam por lhe dar razão.

Os themata podem funcionar por oposições e, assim, animar disputas. A disputa entre big bang e steady-state coloca bem em evidência a importância das oposições thematicas. Pares thema/antithema como finitude/infinitude, constância/variância e ciclo vital/existência contínua, assim como a tríade evolução/estado estacionário/involução, deram corpo a profundas tensões que animaram o debate cosmológico. Foi em cada um dos polos destas oposições thematicas que cada participante da disputa se radicou, foi em torno destas oposições que a disputa se intensificou e foi em torno destas oposições que novos desenvolvimentos teóricos e experimentais foram impulsionados. A oposição thematica funcionou como importante impulso para o avanço do conhecimento.

O desacordo thematico não impede que os cientistas tenham themata comuns. Apesar de haver profundas oposições thematicas entre os partidários do big bang, por um lado, e os partidários do steady-state, por outro, alguns themata, como a uniformidade, a homogeneidade e a isotropia (themata conceptuais), assim como a universalidade espaço-temporal das leis cosmológicas (thema metodológico), constituem um tronco comum de que nenhum daqueles cosmólogos abdica. Estes themata funcionam como base de apoio sobre a qual cada perspectiva constrói o seu edifício teórico. As diversas perspectivas cosmológicas, diferindo entre si devido a outros themata, partilham uma base thematica comum, o que confere alguma coesão ao desenvolvimento da cosmologia. Aliás, a homogeneidade e a universalidade espaço-temporal das leis cosmológicas, dois dos themata que integram essa base comum, estão também essencialmente associadas ao thema da unidade, sem o qual a própria cosmologia, enquanto ciência que estuda o universo como entidade, deixa de ter sentido.

Os themata têm longevidade histórica e são transversais a várias áreas disciplinares e culturais. O thema da evolução, assim como o do estado estacionário, são velhos themata que, desde Heráclito e Parménides, animam tradições opostas. Também muito antigas são as oposições thematicas entre finitude e infinitude, entre ciclo vital e existência contínua. O thema da criação teve desde sempre um lugar central em numerosos mitos e importantes religiões e o Ylem de Gamow traz para a cosmologia do século XX o velho conceito aristotélico de criação a partir de matéria informe. O fascínio pelo círculo (a primazia da circunferência, em termos holtonianos) vem igualmente de tempos muito remotos. A unidade, que dá sentido ao conceito de universo e à cosmologia, enquanto ciência que estuda o universo como entidade, é também um thema cosmogónico e cosmológico milenar.

A longevidade histórica destes themata é complementada por uma grande transversalidade. De facto, estando presentes na cosmologia, também o estão em áreas tão distintas como a filosofia, a mitologia, a religião, a arte, até mesmo a política (como mostrou o envolvimento do regime soviético no debate cosmológico).

Como vimos, todos estes themata, bem patentes na análise thematica aqui desenvolvida, são de grande importância nas teorias cosmológicas do século XX. E,

embora outros tenham sido identificados, bastam estes para constatar a natureza simultaneamente longitudinal e transversal dos themata.

xxx

Mas este estudo de caso permitiu também descobrir novos aspetos acerca dos themata e da análise thematica. Vejamos quais.

O conceito de criação deve ser explicitamente integrado nas listas de themata. Como vimos, a *criação* não se integra de forma explícita no conjunto dos themata que Holton identificou. Podemos apenas reconhecê-la implicitamente em dois dos themata por ele identificados: no thema do *universo criado e real* e no thema do *ciclo vital* (este entendido metaforicamente como uma sequência constituída por início, evolução e fim, estando a criação, no quadro da cosmologia do big bang, implícita no início do ciclo vital do universo). Não tendo sido explicitamente identificada e nomeada por Holton como um thema, o conceito de criação não foi objeto da sua análise thematica. Porém, vimos que, enquanto conceito polarizador da discussão cosmológica, o conceito de criação exerceu uma imensa e inquestionável força impulsionadora na cosmologia, fascinando ou provocando repulsa como qualquer importante thema que se preze. Com efeito, quer na sua forma de criação ex nihilo, que se insinua nas singularidades de Friedmann ou Lemaître, quer na sua forma de criação a partir de matéria informe, como no Ylem de Gamow, ou ainda, no lado oposto, na sua forma de criação contínua de matéria, como no steady-state de Bondi, Gold e Hoyle, o conceito de criação exerceu um inegável papel polarizador da discussão e da investigação. Além disso, o conceito de criação respeita duas outras grandes características dos themata: a longevidade histórica e a transversalidade disciplinar e cultural. Justifica-se, pois, que a criação seja explicitamente reconhecida como um thema – de natureza metafísica, universal e fundamental (com aquelas três formas como themata derivados, todos presentes em cosmologia).

Tabela 3 – Lista de themata fundamentais e universais (já com o thema da *criação*)

<i>Themata conceptuais</i>	<p>Absoluto</p> <p>Antropomorfismo</p> <p>Assimetria</p> <p>Desordem</p> <p>Catastrofismo</p> <p>Causalidade</p> <p>Centrismo</p> <p>Certeza</p> <p>Ciclo vital</p> <p>Complementaridade (sobreposição de antíteses)</p> <p>Complexidade</p> <p>Constância</p> <p>Construído</p> <p>Contínuo</p> <p>Criação</p> <p>Desarmonia</p> <p>Descontínuo</p> <p>Determinismo</p> <p>Dissipação (aumento de desordem)</p> <p>Elementar</p> <p>Entidade</p> <p>Evolução</p> <p>Finitude</p> <p>Forma de Organização</p> <p>Harmonia</p> <p>Heterogeneidade</p> <p>Hierarquia</p> <p>Homogeneidade</p>	<p>Imperfeição</p> <p>Incerteza</p> <p>Indeterminismo</p> <p>Infinitude</p> <p>Interação</p> <p>Involução</p> <p>Mudança</p> <p>Multiplicidade</p> <p>Não uniformidade</p> <p>Natureza autossuficiente</p> <p>Natureza teologicamente dependente</p> <p>Necessidade</p> <p>Ordem</p> <p>Perfeição</p> <p>Pleno</p> <p>Princípio ativo (potência)</p> <p>Princípio passivo (persistência)</p> <p>Princípios inerentes</p> <p>Progresso (aumento de ordem)</p> <p>Realidade objetiva</p> <p>Realidade subjetiva</p> <p>Relativo</p> <p>Simetria</p> <p>Simplicidade</p> <p>Teleologia</p> <p>Unidade</p> <p>Uniformidade</p> <p>Vazio</p>
<i>Themata metodológicos</i>	<p>Diferenciação</p> <p>Experiência</p> <p>Explicação por antítese subjacente</p> <p>Formalismo simbólico</p> <p>Formulação de leis</p> <p><i>Hypotheses fingo</i></p> <p>Integração</p> <p>Modelos</p>	<p>Ordenação</p> <p>Parcimónia</p> <p>Pensamento antropomórfico</p> <p>Possibilidades ilimitadas de conhecer e fazer</p> <p>Quantificação</p> <p>Universalidade do conhecimento</p> <p>Utilização de regras de raciocínio</p>

Uma vez que Holton, nos seus estudos *thematicos*, não foi indiferente à investigação cosmológica desenvolvida ao longo do séc. XX, tendo defendido, como vimos, que a mesma foi palco de velhas disputas *thematicas*, nomeadamente entre evolução e estado estacionário e entre ciclo vital e existência contínua, ao mesmo tempo que recuperou fórmulas evolutivas já presentes em antigos mitos, não pode passar despercebida a sua omissão acerca do papel polarizador e polémico do conceito de criação na cosmologia moderna. Por que razão terá Holton passado ao lado do assunto? É certo que Holton não fez da cosmologia moderna um dos seus assuntos mais estudados e, portanto, não seria de esperar que dissecasse exaustivamente toda a cosmologia do séc. XX do ponto de vista *thematico*. Mas a questão não deixa de ser pertinente. Terá Holton simplesmente passado ao lado ou terá consciente ou inconscientemente evitado o assunto? Não faz sentido pensar que a omissão se deva à possibilidade de Holton ver o conceito de criação como não científico mas tão só religioso, porque isso seria contraditório com uma das principais características dos *themata* que sempre defendeu – a universalidade, a qual implica que, se um *thema* está presente numa área, mesmo que não científica, como é o caso da religião, então o mesmo *thema* pode estar presente, ou vir um dia a estar presente, noutras áreas, assumindo nelas outras formas específicas. Aliás, e como o próprio Holton mostrou, muitos outros *themata* por ele identificados nas ciências físicas existiram previamente em áreas não científicas tão distantes como a mitologia, tendo posteriormente assumido novas formas em ciência, nomeadamente em cosmologia.

Então porque terá a criação ficado de fora do conjunto dos *themata* explicitados por Holton? Sem o seu próprio testemunho, dificilmente haverá resposta. Holton parece fornecer uma pista quando defende, num contexto que nada tem a ver com esta questão em particular, que «a procura de respostas em história da ciência está também imbuída de *themata*»²², tal como acontece com a procura de respostas em qualquer outra área do saber, incluindo as áreas estudadas pela história da ciência. O que esta afirmação de Holton significa é que, também ele, enquanto historiador da ciência, tem os seus próprios *themata* e, portanto, os seus estudos não poderiam nunca estar “imunes” ao trabalho que os *themata*, consciente ou inconscientemente, operam na

²² Holton, Gerald (1975a), p. 334.

construção do saber. E, de facto, alguns themata de Holton são especialmente evidentes, como o contínuo, que domina clara e assumidamente a sua visão da história da ciência em oposição a visões como a de Kuhn, assente sobre o descontínuo histórico. Contudo, se a preferência de Holton pelo contínuo histórico não o levou a omitir o descontínuo como thema, há, pelo contrário, uma explícita ausência do conceito de criação nas referências de Holton à cosmologia moderna, apesar de toda a relevância que o mesmo teve nos polémicos processos que acabaram por conduzir à hegemonia da cosmologia do big bang. Podemos estar perante um caso de contornos thematicos, no sentido em que talvez manifeste subtilmente algum preconceito ou alguma resistência de Holton, ainda que inconscientes, relativamente a um elemento conceptual que trouxe para a ciência do séc. XX algumas associações religiosas. Mas não se pode, porém, afirmar que seja essa a explicação. Por isso, a questão fica em aberto.

Um thema pode assumir várias formas específicas na mesma área disciplinar. Podemos observar esta característica thematica precisamente no caso da criação. De facto, a criação (que podemos designar por thema Θ) manifestou-se na cosmologia do século XX (que podemos designar por área n) sob três formas derivadas (que podemos designar Θ_{ni}): a criação ex nihilo (Θ_{n1}), ainda que se apresente apenas de forma insinuada, omissa ou mesmo não admitida; a criação a partir de matéria informe (Θ_{n2}); e a criação contínua (Θ_{n3}). Aplicados às teorias do big bang e do stady-state, estes themata derivados do thema da criação são também themata específicos, na medida em que se manifestam sob formas específicas da cosmologia: criação do universo como fenómeno quântico, criação do universo a partir do Ylem inicial e informe, criação contínua de partículas de matéria num universo estacionário. Uma tal diversidade de themata específicos do mesmo thema numa só área disciplinar dá razão à reformulação, que propus, da expressão matemática com que Holton representa a universalidade dos themata.

Estes três themata derivados da criação e específicos da cosmologia têm themata específicos equivalentes noutras áreas. Por exemplo, uma possível criação quântica do universo, específica da cosmologia do big bang, tem na criação divina do mundo o seu equivalente em teologia; a criação a partir do Ylem informe, também específica da cosmologia do big bang, no modelo de Gamow, tem equivalentes na arte como, por exemplo, na criação de uma obra a partir de materiais informes; a criação contínua de

matéria, específica da cosmologia do steady-state, tem na geração espontânea da vida o seu equivalente em biologia. Ou seja: se o thema fundamental da criação é transversal a várias áreas, também os seus três themata derivados o são, cada um deles assumindo uma forma específica numa determinada área.

A defesa de determinados themata pode involuntária, e paradoxalmente, contribuir para a vitória dos themata opostos. Intensamente envolvido no debate cosmológico e convictamente decidido a provar que o universo é estacionário e infinito, tanto espacial como temporalmente, Hoyle acabou por contribuir decisivamente para o sucesso da cosmologia adversária. De facto, ao trabalhar na questão da abundância do hélio, uma das várias questões cosmológicas consideradas importantes na época, concluiu que era impossível explicar a elevada percentagem daquele elemento químico sem recorrer à ideia de uma produção significativa do mesmo num estado de elevada densidade e pressão. Esta conclusão, que se encaixava precisamente no modelo do universo primordial superquente e superdenso de Gamow, foi reconhecida como uma espécie de ironia pelo próprio Hoyle e mostra-nos como a dinâmica dos themata pode ter resultados completamente imprevisíveis. Não apenas se desconhece, à partida, até que ponto os themata defendidos por um determinado cientista virão a ser frutuosos no seu trabalho, como também é impossível prever se os mesmos não acabarão por se virar contra as intenções do próprio cientista, numa espécie de autogolo num competitivo jogo com os adversários.

Os themata podem ser dotados de elasticidade e estabelecer relações de hierarquia entre si. Uma descoberta relativa à natureza dos themata é a propriedade que designei por *elasticidade*: o mesmo thema, quando usado de diferentes formas, em diferentes hierarquias e relações thematicas, pode conduzir a resultados e ideias profundamente diferentes, mesmo a teorias opostas. Foi o que vimos, por exemplo, no caso do thema da constância. Aplicado à homogeneidade, à isotropia e à uniformidade, o thema da constância não implica qualquer diferença entre a cosmologia do big bang e a do estado estacionário. O mesmo já não acontece noutras situações. Assim, se o thema da constância é aplicado à densidade e não à quantidade de matéria, ou se é aplicado à quantidade de matéria mas apenas na parcela de universo observável, a criação contínua apresenta-se como aceitável; se, pelo contrário, o thema da constância é

aplicado à quantidade e não à densidade de matéria, considerando todo o universo, a criação contínua não tem qualquer cabimento cosmológico e é a criação primordial do universo que permite explicar a expansão atualmente observada.

Esta elasticidade pode ser explicada, por um lado, pelo facto de os themata não funcionarem isoladamente, mas sim associados a outros, em relações de hierarquia, e, por outro lado, pelo facto de os themata fundamentais terem derivados que podem ser sujeitos a diferentes valorizações e mesmo entrar em oposição.

No exemplo da constância, dois dos seus themata derivados – constância da quantidade de massa/energia (normalmente conhecida como conservação da massa/energia) e constância da densidade – entraram precisamente em oposição. Na cosmologia do steady-state, a aplicação do thema da constância à densidade, e não à quantidade de matéria, resulta da adesão prévia a outros themata que se tornam preponderantes, como o thema do estado estacionário. Ou seja: na cosmologia do steady-state, este thema está hierarquicamente acima do thema da constância, sujeitando-o à sua preponderância e obrigando-o ao abandono (ou, pelo menos, à reformulação) de um dos princípios mais intocáveis da ciência moderna – a conservação da massa/energia. Pelo contrário, na cosmologia do big bang, este princípio continua a ser intocável e, por isso, num cenário de expansão cósmica, a constância é mantida na quantidade e não na densidade de massa/energia do universo. Ou seja: na cosmologia do big bang, o thema da constância não se encontra hierarquicamente dependente de outros themata, estando ao mesmo nível de outros, como é o caso do thema da evolução.

Também vimos uma disputa entre themata derivados do mesmo thema. Foi o que aconteceu no caso da disputa entre criação ex nihilo ou a partir de matéria informe, do lado do big bang, e criação contínua, do lado do steady-state. Trata-se da adesão ao mesmo thema fundamental (a criação) mas uma adesão que seleciona e usa apenas um dos seus themata derivados, o que conduz a oposições thematicas e a resultados radicalmente diferentes – aceita-se a criação do próprio universo ou, pelo contrário, a criação de matéria num universo já existente.

Se é possível observar a referida elasticidade thematica neste estudo de caso, é provável que o mesmo aconteça noutras situações, independentemente das áreas estudadas. E

pode até ser interessante fazer um organograma hierárquico para as relações thematicas de cada caso. É uma questão que fica em aberto.

As listas taxonómicas dos themata podem ser úteis à análise thematica. Este é um aspeto prático, de natureza metodológica, que tive a oportunidade de descobrir nesta investigação. De facto, as listas foram um valioso recurso de consulta e apoio que, além de permitirem identificar mais facilmente os themata presentes nos textos, tornaram ainda possível que diversos e importantes aspetos dos themata, nomeadamente relativos à sua organização taxonómica, estivessem também contínua e facilmente acessíveis para um melhor desenvolvimento do trabalho.

Penso, pois, ser legítimo concluir, não apenas que Robert Merton tinha razão quanto à ideia de que a listagem e a organização taxonómica dos themata ajudariam a compreender melhor a teoria holtoniana dos themata, como também que as mesmas podem ser muito úteis na prática da análise thematica. De acordo com o que vimos atrás, essa utilidade pode ser especialmente relevante na identificação dos themata presentes em textos que os autores publicam para os pares, como são os artigos científicos, uma vez que neste tipo de textos os themata são geralmente menos explícitos.

É importante notar que estas conclusões, que revelam interessantes aspetos dos themata e da análise thematica não observados por Holton, dizem respeito ao caso específico estudado nesta investigação. Contudo, notemos também que, em geral, as teses de Holton são generalizações indutivas propostas a partir de estudos de caso por ele desenvolvidos. Aliás, o próprio reconhece que:

No atual estado da investigação, a procura de modelos de imaginação científica [em que se inclui a imaginação thematica] tem necessidade de ser largamente indutiva e empírica.²³

Estas palavras de Holton foram publicadas em 1978 e reeditadas em 1998, mas as descobertas thematicas possibilitadas pelo presente estudo de caso mostram que esse carácter indutivo e empírico continua a fazer sentido em análise thematica. Vimos algumas das teses de Holton confirmadas neste caso. Pelo carácter indutivo e empírico

²³ Holton, Gerald (1998), p. xv.

da análise *thematica*, é expectável que possa acontecer o mesmo com as conclusões que nos revelam aspetos não contemplados nas teses de Holton – virem a ser observadas noutros estudos de caso, em áreas científicas ou não científicas.

Finalmente, é também importante notar que a clarificação conceptual desenvolvida nesta investigação não deve ser vista como definitiva, basicamente por duas razões. Em primeiro lugar, uma razão de princípio: seria impossível querer definir *o que é precisamente* um *thema* de forma acabada e definitiva. Em segundo lugar, uma razão prática, mesmo epistemológica: pode acontecer que o uso da análise *thematica* em novos estudos de caso possa, como qui aconteceu, revelar aspetos que obriguem a alguma revisão ou extensão do conceito de *thema*.

3. sobre os fundamentos *thematicos* do sucesso da cosmologia do big bang

O estudo de caso desenvolvido permitiu identificar diversos *themata* com lugar muito importante na cosmologia do big bang. No plano dos *themata* conceptuais, vimos que se destacam a unidade, a multiplicidade, a criação (de todo o universo), a mudança, a evolução, a simplicidade, a complexidade, o caos ou desordem, a ordem, o progresso (aumento de complexidade), a finitude (temporal), o ciclo vital, a possível involução, a possível finitude ou infinitude espacial, a constância (conservação da massa/energia), a primazia da circunferência, a simetria, o pleno, o vazio, o contínuo, o descontínuo, o elementar, o construído, além da homogeneidade, da isotropia e da uniformidade. No plano dos *themata* metodológicos, são especialmente relevantes a aplicabilidade cosmológica das leis (universalidade espaço-temporal), a diferenciação e a unificação.

Vimos também que há vários *themata* comuns à cosmologia do big bang e à sua rival, a cosmologia do steady-state. Logo à partida, importantes *themata* como a homogeneidade, a isotropia e a uniformidade, assim como a aplicabilidade cosmológica das leis (universalidade espaço-temporal), constituem uma base comum às duas correntes cosmológicas. E, além desses, há outros *themata* partilhados. Mas, para compreender o sucesso da cosmologia do big bang, interessam, não tanto os *themata* partilhados, mas sobretudo aqueles que são específicos e distintivos desta cosmologia. Como vimos, são esses os que se apresentam como especialmente fortes na

contribuição que dão para o sucesso da cosmologia do big bang: a diferenciação e a unificação (como themata metodológicos); a unidade, a criação, a mudança, a evolução, a constância (da massa/energia), a simplicidade, o ciclo vital, a circularidade e a desordem (como themata conceptuais).

Antes, porém, de concluirmos sobre os themata que parecem contribuir mais para aquele sucesso, há ainda uma questão que interessa retomar. Trata-se da relação de forças entre os três eixos que, segundo Holton, caracterizam a ciência – o eixo analítico, o eixo empírico e o eixo thematico. O caso aqui estudado ilustra bem até que ponto o eixo thematico foi central na discussão que opôs defensores e adversários do big bang. A disputa consistiu numa reatualização de velhas oposições – visão estacionária de Parménides versus visão evolucionária de Heráclito, existência contínua versus ciclo vital e infinitude versus finitude.

Além desta dimensão histórica, a disputa envolveu ainda uma dimensão pessoal e uma dimensão transversal. Foi uma disputa intensa, que trouxe explicitamente questões metafísicas e estéticas para o debate científico, que envolveu crenças, preconceitos, atrações, resistências, fascínios e repulsas, que foi palco de projeções, mais ou menos conscientes, de themata pessoalmente adotados. E a natureza transversal dos themata que animaram a discussão entre os cientistas envolvidos permitiu que o debate saísse das fronteiras da cosmologia e se alargasse ao domínio religioso e até político.

Foram, porém, as observações experimentais, como a abundância relativa do hélio e especialmente a radiação cósmica de fundo, que conduziram à aceitação generalizada da cosmologia do big bang. Quererá isto dizer que, em ciência, ou pelo menos em cosmologia, o eixo empírico é mais crucial, mais determinante, do que o eixo thematico?

As observações experimentais parecem ter colocado um ponto final no longo período de discussão e consolidação teórica iniciado em 1917 com o modelo cosmológico de Einstein, dando início a um novo período caracterizado pela aceitação generalizada da cosmologia do big bang. De facto, em pouco tempo, a comunidade científica aderiu esmagadoramente à hipótese do big bang e o generalizado consenso conseguido permitiu um desenvolvimento sistemático da cosmologia assente sobre aquela hipótese. Podemos dizer, em termos kuhnianos, que a cosmologia vive desde há

décadas um período de ciência normal dominado pela cosmologia do big bang. E podemos dizer, em termos holtonianos, que a cosmologia tem tido como themata dominantes os themata associados à hipótese do big bang.

À primeira vista, pode parecer que foi o eixo empírico a determinar o resultado da disputa travada durante décadas em cosmologia, com uns themata a tornarem-se dominantes, praticamente inquestionados, enquanto os themata opostos foram relegados para segundo plano, generalizadamente esquecidos, desvalorizados ou ignorados. É como se o eixo empírico se tivesse sobreposto ao eixo thematico. Porém, como vimos atrás, a questão não é assim tão linear e, por isso, temos de olhar esta questão com mais acuidade. Podemos então reconhecer que, na verdade, não há aqui qualquer submissão do eixo thematico ao eixo empírico.

É certo que a aceitação generalizada dos referidos resultados experimentais marca o início da consolidação da cosmologia do big bang como corrente cosmológica dominante. Com efeito, construiu-se um consenso generalizado em torno da interpretação da radiação fóssil e da abundância do hélio como vestígios de uma cosmogonia explosiva e, portanto, como resultados experimentais a favor da hipótese do big bang, nomeadamente no seu modelo padrão.

Mas esta interpretação dos resultados experimentais como sendo favoráveis à hipótese do big bang, a tal ponto que são mesmo admitidas pela generalidade dos cosmólogos como provas daquela hipótese, é feita à luz dos themata da cosmologia do big bang. Se assim não fosse, a interpretação poderia ser a mesma do velho adversário Hoyle: os resultados experimentais disponíveis não justificam a recusa do steady-state (ainda que reformulado em quasi steady-state) e a aceitação do big bang. Com efeito, se os themata desempenham um papel importante, não apenas na construção das teorias, mas também na sua aceitação ou rejeição, então eles influenciam a interpretação dos resultados experimentais observados, de tal modo que os mesmos resultados podem ser diferentemente interpretados à luz de diferentes themata. Daqui se conclui que pode haver resultados experimentais que nunca sejam considerados verdadeiras provas por todos os cientistas. No caso em questão, apesar da falta de unanimidade, estabeleceu-se um alargado consenso de interpretação de resultados consonante com a matriz thematica do big bang. Se o consenso não se tivesse estabelecido e as

observações fossem, portanto, consideradas inconclusivas pela generalidade dos cosmólogos, talvez a disputa entre big bang e steady-state se tivesse prolongado com a intensidade que caracterizara as controvérsias cosmológicas de meados do século XX.

A ascensão da cosmologia do big bang a corrente cosmológica dominante não corresponde, pois, a um domínio do eixo empírico sobre o eixo thematico, mas sim a uma concordância entre ambos os eixos, uma concordância observada desde logo em cientistas que, à época, já defendiam o big bang e que, posteriormente, foi também observada em todos quantos vieram a aderir àquela hipótese. Que razões levaram esses outros cientistas a aderir ao big bang e a contribuir também, desse modo, para a consolidação da sua hegemonia em cosmologia, quer fossem anteriormente simpatizantes do steady-state, quer fossem simplesmente novos cientistas a chegar à investigação cosmológica? Eis uma questão da maior relevância thematica que se enquadra nos objetivos da presente investigação. Na verdade, e sem analisar thematicamente o processo particular que um ou outro cientista possa viver na sua adesão à cosmologia do big bang, aquela questão pode ser genericamente pensada à luz da hipótese de que há fatores thematicos que, em geral, favorecem a adesão a esta corrente cosmológica e que, portanto, contribuem para o consenso atualmente existente em torno da mesma, ou seja, para o seu sucesso interno.

Certo é que a cosmologia do big bang se tornou a corrente cosmológica hegemônica, uma corrente em que o eixo thematico é dominado por themata que estão em concordância com o eixo empírico, assim como, aliás, com o eixo analítico, fundado na relatividade geral, onde se enraíza a hipótese do big bang. Os cientistas que não aceitam esta hipótese constituem atualmente uma pequeníssima minoria que, embora sem defender o regresso puro e simples ao steady-state e à sua estranha criação contínua, não reconhece as observações realizadas como suficientemente conclusivas a favor do big bang. Esta atitude de oposição, mesmo perante resultados experimentais que parecem contrariar as hipóteses em que se acredita, ilustra bem o imenso poder dos themata no trabalho científico.

Ainda que todos os cientistas se rendessem à cosmologia do big bang, isso não significaria, porém, que a mesma ficasse para sempre validada. Com efeito, nada é definitivo em ciência, a não ser, neste caso, a permanência dos themata. E os themata

agora dominados continuam a existir, à espera da primeira oportunidade de ascenderem e destronarem os que agora dominam. Pode até acontecer que a oportunidade surja se, por exemplo, houver alguma observação que não consiga ser explicada no quadro da cosmologia do big bang.

A relação entre o eixo empírico e o eixo thematico é, portanto, uma relação de interação: por um lado, a defesa de determinados themata influencia os desenvolvimentos no eixo empírico, podendo conduzir a determinadas observações, assim como à aceitação, ou não, de determinados resultados experimentais, pelas interpretações que os themata possibilitam; por outro lado, o consenso em torno de determinados resultados experimentais apoia-se sempre num certo conjunto de themata (neste caso, os da cosmologia do big bang) mas não elimina outros, que, não sendo dominantes, ficam contudo como que de reserva no eixo thematico para eventuais contributos futuros, se e quando os desenvolvimentos no eixo empírico ou no eixo analítico o justificarem.

Por agora, a hipótese do big bang continua a ser hegemónica em cosmologia. Além disso, é muito bem acolhida noutras áreas disciplinares ou culturais e beneficia de uma grande simpatia popular, alimentando um certo imaginário contemporâneo.

Como contributo para a compreensão deste sucesso dentro e fora das fronteiras disciplinares da cosmologia, arrisquei ensaiar nesta investigação uma abordagem thematica assente na tripla natureza dos themata – longitudinal, transversal e pontual. É certamente um contributo incompleto, porque a complexidade da questão justificaria a convocação de um largo espectro de contributos provenientes de uma significativa diversidade de disciplinas, como a sociologia, a psicologia, a antropologia, as ciências da comunicação, a filosofia, a história ou as ciências da religião. Recordemos que o próprio Holton alertou para os limites da análise por si proposta, reconhecendo que os themata, apesar de serem importantes e incontornáveis, não devem ser vistos como sendo a realidade-chave da atividade científica, havendo casos em que os themata parecem não desempenhar qualquer papel relevante. Mas este estudo de caso mostrou claramente ser um daqueles em que os themata desempenham um papel muito relevante. O envolvimento, quantas vezes apaixonado, com que foram e são trabalhadas as grandes questões cosmológicas e, em particular, a forma como foi vivida a disputa entre as

cosmologias do big bang e do steady-state, com inegáveis projeções, mais ou menos evidentes, de crenças, preconceitos, atrações, resistências, fascínios e repulsas, eram, logo à partida, bons indícios de que uma abordagem *thematica* poderia ser frutuosa. Além disso, se, por um lado, os *themata* atuam na construção das teorias científicas, por outro, também atuam na difusão dessas teorias, contribuindo para a sua aceitação ou para a sua rejeição, tanto pelos cientistas como posteriormente pelo público em geral.

A análise *thematica* não consegue, por si só, compreender como se estabeleceu e como se mantém o consenso em torno da cosmologia do big bang, nem explicar todos os contornos da sua difusão. Mas pode contribuir de forma relevante para esse esclarecimento ao identificar e analisar aspetos *thematicos* favoráveis à consolidação e a manutenção da cosmologia do big bang como corrente cosmológica dominante e também à sua grande difusão fora das fronteiras da cosmologia. Ora, foi precisamente isso que tentei fazer neste estudo de caso e penso que a análise revelou aspetos *thematicos* na cosmologia do big bang que parecem contribuir para o seu sucesso.

Recordemos que, pelas suas características longitudinais, transversais e pontuais, os *themata* funcionam como elementos relacionais, como vasos comunicantes, às vezes facilmente visíveis, outras vezes ocultos, que interligam as teorias científicas com a história, com o contexto disciplinar ou cultural e com a psicologia dos indivíduos. E, se a história, o contexto disciplinar ou cultural e as especificidades individuais influenciam a construção das teorias científicas, também influenciam a aceitação ou rejeição das mesmas, tanto dentro como fora das respetivas fronteiras disciplinares. Ao identificarmos os principais *themata* da cosmologia do big bang e ao descortinarmos a sua persistência histórica, a sua integração epocal e a sua sedução psicológica, conseguimos, pois, avançar na compreensão do sucesso desta corrente cosmológica.

Alguns *themata*, como a criação e a evolução, quando aplicados ao universo, inscrevem historicamente a cosmologia do big bang em tradições milenares iniciadas com os mitos, a religião (nomeadamente, judaico-cristã) e a antiga filosofia grega. A fórmula da evolução mostra bem a permanência histórica de grandes motivos que animam a cultura, o que, em termos warburgianos, podemos designar por *Pathosformeln*. O ciclo vital e a finitude (do espaço) vêm igualmente de tempos longínquos. Contudo, também a cosmologia do steady-state se inscreve em tradições *thematicas* muito antigas,

nomeadamente, na tradição estacionária de Parménides ou na preferência pelo universo infinito e eterno. O que há, então, de especial na matriz thematica da cosmologia do big bang que favoreça a sua aceitação, incluindo a aceitação de determinados resultados experimentais como sendo favoráveis à hipótese do big bang?

3.1. uma cosmologia enraizada em tradições de pensamento bem-sucedidas

Vimos no cap. II.7 que, do ponto de vista longitudinal, ou seja, da história da cosmologia, em particular, e da história do pensamento, em geral, a matriz thematica da cosmologia do big bang apresenta dois themata metodológicos e sete themata conceptuais especialmente fortes. Os themata metodológicos são a diferenciação e a unificação; os themata conceptuais são a unidade, a criação, a evolução, o ciclo vital, a constância (aplicada à quantidade de massa/energia), a simplicidade e a circularidade (ou primazia da circunferência). A finitude é também um thema muito importante na cosmologia do big bang, mas convém reconhecer que não se trata de um thema verdadeiramente distintivo desta cosmologia. É certo que, se falarmos de finitude relativamente ao tempo, a perspetiva da cosmologia do big bang é radicalmente diferente da perspetiva da cosmologia do steady-state, na medida em que, ao contrário desta, a cosmologia do big bang atribui ao universo uma idade finita. Mas, se falarmos de finitude relativamente ao espaço, então já não falamos de um thema que distinga totalmente as duas cosmologias, na medida em que, tal como acontecia na cosmologia do steady-state, há hoje muitos cosmólogos do big bang que acreditam que o universo é espacialmente infinito, o que, de resto, não é inteiramente novo dentro desta corrente cosmológica (de facto, e como vimos, desde Friedmann que esta questão – se o universo é espacialmente finito ou infinito – nunca deixou de ser uma questão em aberto na cosmologia relativista).

A diferenciação é um thema perfeitamente adequado a uma cosmogonia explosiva e a uma evolução que tende da unidade para a multiplicidade, tal como preconiza a cosmologia do big bang. Como vimos, Holton considera que a diferenciação corresponde, na sua forma dicotómica, a uma tendência psicológica e antropológica muito forte, observada no desenvolvimento psicológico e nas narrativas mitológicas

desde tempos imemoriais, ou seja, um thema com uma importância incontornável no pensamento individual e coletivo ao longo da história. A diferenciação na cosmologia do big bang encaixa-se perfeitamente nessa tendência dicotómica que, segundo Holton, parece fazer parte da própria natureza do pensamento humano.

Por seu lado, o thema da unificação corresponde à procura de uma unidade subjacente à multiplicidade que a diferenciação inicial do universo possibilitou. Neste jogo com a diferenciação, a unificação observada na cosmologia do big bang integra-se na tradição que, desde Galileu, percorre a cosmologia e as ciências físicas: unificação ontológica do universo, universalização das leis do movimento e da gravitação, unificação da eletricidade e do magnetismo, descoberta de que apenas algumas dezenas de elementos constituem toda a diversidade material, unificação da massa e da energia, unificação da interação eletromagnética e da interação nuclear fraca, unificação da interação electrofraca com a interação forte e, atualmente, a procura de uma *teoria de tudo* capaz de unificar as quatro interações fundamentais da natureza – eletromagnética, forte, fraca e gravitacional – e que tem na conhecida teoria das cordas (ou supercordas) talvez a principal candidata.

O thema da unificação tem, de facto, animado grandes vultos da ciência, como Einstein, para quem, segundo Holton, «a mais elevada tarefa de um cientista era a de conseguir uma visão integrada do mundo físico (uma *Weltbild*)»²⁴. E, se é certo que nem sempre os esforços de unificação deram resultado, como, por exemplo, a procura persistente, por parte de Einstein, de uma teoria do campo unificado, não é menos certo que o thema da unificação tem permitido, ao longo dos últimos quatro séculos, resultados absolutamente espantosos nas ciências físicas. O sucesso deste thema milenar (thema já observável, por exemplo, no atomismo ou na teoria dos quatro elementos dos Gregos), é, portanto, bastante favorável à cosmologia do big bang, que agora se junta a esta tradição thematica.

Associado ao thema metodológico da unificação encontra-se obviamente o thema conceptual da unidade, porque toda a unificação é uma procura de unidade. A unidade é um thema com papel desde sempre incontornável em cosmologia, enquanto ciência

²⁴ Holton, Gerald (1998a), p. 124.

do todo, enquanto ciência do universo como entidade. Manifesta-se na uniformidade, na homogeneidade e na isotropia (themata conceptuais), assim como na universalidade espaço-temporal das leis cosmológicas (thema metodológico). Mas não é pelas associações com esses themata que a unidade se apresenta como traço thematico distintivo da cosmologia do big bang e contribui para o seu sucesso, pois também a cosmologia do steady-state, como vimos, assenta sobre essa mesma base thematica. O que faz do velho thema da unidade um thema forte a favor da cosmologia do big bang é o facto de se referir a uma unidade inicial, de onde tudo provém por evolução, e a uma unidade ontológica e fenomenológica do mundo físico que está naturalmente implícita no thema da unificação, justificando-o e conferindo-lhe sentido. No fundo, unidade e unificação são duas versões (ou, em termos holtonianos, duas utilizações) do mesmo thema – uma conceptual e outra metodológica. Esse thema bifacetado tem exercido uma forte atração ao longo da história da humanidade. A cosmologia do big bang mostra que se mantém bem vivo.

Já o thema da criação é uma antiquíssima resposta às antiquíssimas questões *O mundo terá tido um começo? Como é que o mundo começou a existir?, Como é que foi o princípio de todas as coisas?, Quando é que esse princípio aconteceu?*. São questões profundas que atravessam todas as culturas. Questões que fazem parte da contínua busca de sentido para o mundo e para nossa própria existência. A cosmologia do big bang, ao integrar o thema da criação, inscreve-se neste milenar questionamento sobre as origens de tudo, questionamento tradicionalmente sob alçada da mitologia e da religião, mas que desde cedo também envolveu a filosofia, como aconteceu na Antiga Grécia com os filósofos pré-socráticos.

A cosmologia do big bang é uma cosmologia evolutiva. Inscreve-se, como Holton assinalou, na velha tradição do filósofo pré-socrático Heráclito, tradição que, nos séculos mais recentes, havia recebido fortes impulsos de ciências como a astronomia, com as teorias sobre a formação e evolução do sistema solar propostas no séc. XVIII por Swedenborg, Laplace e Kant, ou a biologia, com as teorias sobre a evolução das espécies propostas no séc. XIX por Lamarck e por Darwin. Com a cosmologia do big bang, a evolução é alargada ao próprio universo, como um todo, ampliando, portanto, o alcance desta tradição evolucionária do conhecimento científico acerca da natureza.

O thema da evolução integra-se no thema do ciclo vital, que está também presente em cosmologia desde há muito tempo, pelo menos desde os Gregos. Recordemos que, na terminologia holtoniana, *ciclo vital* tem um sentido metafórico e não corresponde necessariamente a uma repetição cíclica *ad infinitum*. Segundo Holton, a cosmologia do big bang assenta sobre o thema do ciclo vital por preconizar um universo com início e fim mediados por uma evolução, à semelhança do que acontece com os seres e sistemas vivos – e isso independentemente de o universo ser oscilante (sujeito a uma eterna sucessão de ciclos de expansão e contração) ou de, partindo de um início, continuar para sempre em expansão e perder a capacidade de gerar e manter complexidade, acabando num estado termodinâmico onde já nada de interessante pode acontecer.

Outra tradição muito bem-sucedida desde o séc. XVIII, nomeadamente desde os trabalhos de Lavoisier sobre o comportamento da matéria nas reações químicas, é a defesa inquestionada da conservação da massa/energia. No caso da cosmologia do big bang, isso consiste na assunção de que a massa/energia primordial do universo sofreu uma imensa evolução mas a sua quantidade manteve-se sempre constante e continuará sempre constante ao longo do tempo. Sendo o princípio da conservação da massa/energia um dos princípios mais bem estabelecidos e mais consensuais da história da ciência, de tal modo que desde há séculos subjaz a todo o estudo científico da natureza, a sua inequívoca adoção pela cosmologia do big bang joga obviamente a favor desta cosmologia e contra cosmologias como a do steady-state, que, com a sua hipótese da criação contínua de matéria, teve inegáveis dificuldades em encaixar esse princípio, dando-lhe uma formulação muito controversa. Em termos holtonianos, podemos dizer que o princípio de conservação da massa/energia assenta no thema da constância, correspondendo essa conservação a uma derivação e a uma forma específica (própria das ciências físicas e químicas) deste thema fundamental. Aplicada à quantidade de massa/energia do universo, a constância pode ser vista como um thema forte na cosmologia do big bang, opondo-se à linha thematica da cosmologia do steady-state, que, como vimos, valorizava mais a constância da densidade do que a da quantidade de massa/energia.

Quanto ao thema da simplicidade, não é difícil reconhecer que se trata de um thema longamente perseguido na história do pensamento, em geral, e na história da ciência,

em particular. Ora, como vimos, é um thema bem presente na cosmologia do big bang, especialmente no que se refere ao início do universo. Um início que, segundo esta cosmologia, terá sido um estado de grande simplicidade, o estado de maior simplicidade em que o universo alguma vez se encontrou, fosse um só quantum, um só átomo primitivo, ou um Ylem, concentrando toda a massa e energia do universo que atualmente conhecemos. É uma simplicidade ontológica do mundo que corresponde a uma simplicidade epistemológica da cosmologia, como reconhece Steven Weinberg ao afirmar que «o universo nunca mais voltará a ser tão simples e tão fácil de descrever»²⁵ como no seu início. Com efeito, esta simplicidade que a cosmologia do big bang atribui ao universo primordial tem uma “força” thematica que decorre, em grande medida, da parcimónia lógica que lhe está associada. Recordemos, a este propósito, a satisfação de Lemaître com a capacidade da sua teoria para «dar conta de toda a complexidade do mundo atual» através de «uma só hipótese»²⁶, numa parcimónia que se articula bem com o lugar já reconhecido à unificação na cosmologia do big bang.

Por sua vez, a sedução da esfera (ou, como lhe chama Holton, o feitiço da circularidade, o fascínio pela circunferência, a primazia da circunferência), sendo um thema muitíssimo antigo e com uma longa e intensa presença em áreas tão distintas como a ciência e a arte, mantém-se, como vimos, com enorme vitalidade na cosmologia do big bang, ainda que sob novas formas (como, por exemplo, a hiperesfera e a possibilidade de o universo ser dotado de espaço curvo e fechado sobre si próprio mas sem centro nem limites que lhe atribuam qualquer exterioridade), e isto apesar do doloroso golpe que, há séculos, lhe foi infligido pelas elipses de Kepler. É um thema intimamente associado a outros themata igualmente muito importantes e sedutores ao longo da história, como a perfeição, a harmonia, a simplicidade e a unidade, o que reforça o seu poder de sedução. A sua presença na matriz thematica da cosmologia do big bang é, pois, uma mais-valia thematica que favorece a sua aceitação.

3.2. uma cosmologia bem enquadrada na sua época

²⁵ Weinberg, Steven (1987), p. 119.

²⁶ Lemaître, Georges (1997b), p. 262.

Devemos reconhecer, todavia, que a capacidade mobilizadora destes themata não advém somente da sua persistência histórica e do seu papel em tendências que historicamente foram bem-sucedidas. Aliás, se fosse apenas isso, seria difícil compreender, nos casos em que se integram em pares thema/antithema (por exemplo, ciclo vital / existência contínua) ou em tripletos (por exemplo, evolução / estado estacionário / involução), porque é que dominam atualmente sobre os seus themata opostos, que não são menos antigos e persistentes. Teremos, por isso, de procurar outros fatores de incremento à capacidade de atração dos themata, nomeadamente a transversalidade epocal, ou seja, a sua presença, não apenas na cosmologia do big bang, como também noutras áreas disciplinares e culturais contemporâneas.

O thema metodológico da diferenciação que encontramos na cosmologia do big bang está atualmente bem presente, não apenas noutras áreas científicas, como também em áreas bem distintas, como a arte (nomeadamente em obras que, através de desintegrações diversas, põem em evidência o thema da desordem). O thema da diferenciação articula-se fortemente com o thema da unificação, também um thema metodológico bem atual em diversas áreas. Por exemplo, na física de partículas e altas energias, muito associada à cosmologia do big bang, as partículas são levadas a colidir entre si para se desintegrarem e esta lógica diferenciadora articula-se, como vimos, com a procura de uma unidade subjacente a toda a diversidade de partículas e interações observadas. Também na biologia, com a qual a cosmologia tem diversas e interessantes proximidades thematicas, essa presença complementar e articulada da diferenciação e da unificação é especialmente evidente. Com efeito, a lógica diferenciadora, presente na compreensão que a cosmologia do big bang nos oferece relativamente à evolução do universo, é também fundamental na compreensão da evolução da vida, com o aparecimento de diversas espécies a partir de antepassados comuns, ao mesmo tempo que o thema metodológico da unificação e o correspondente thema conceptual da unidade fundamentam a procura de uma unidade subjacente a toda a diversidade biológica – por exemplo, uma unidade do ponto de vista genético ou do ponto de vista bioquímico. Estes e outros exemplos mostram bem como a unidade, assumida e procurada sob a espantosa diversidade do mundo físico e biológico, é um thema da

maior relevância, não apenas na cosmologia do big bang, como também em toda a atual compreensão científica do mundo.

Especialmente interessante, pelas áreas que transversalmente consegue ligar e pela sua natureza bastante controversa, é o papel desempenhado pelo thema da criação. A sua presença nas ciências físicas, como a cosmologia, a física quântica e a física de partículas, aparece numa época em que a atividade científica já há muito está desligada da religião. De facto, longe vão os tempos em que os cientistas viam uma natureza governada por Deus, como ainda acontecia com Galileu ou Kepler, ou em que a física e a teologia se interpenetravam, como na atração universal de Newton. O thema da natureza autossuficiente tornou-se progressivamente dominante em ciência ao longo dos últimos séculos, tendo-se tornado um thema “sagrado” (curiosa ironia) da atividade científica. Os pouquíssimos cientistas que hoje têm a ousadia de contrariar este thema não são, em geral, levados a sério. E não é por acaso, nem sequer é de espantar, que uma expressão como *criação ex nihilo*, que tem uma conotação fortemente religiosa, nomeadamente bíblica, ou a correspondente versão vernácula *criação a partir do nada* estejam completamente ausentes de textos científicos de cosmologia ou de física, no que se refere à criação do universo ou às flutuações quânticas que criam partículas.

Há, contudo, cientistas que professam convictamente o thema da natureza autossuficiente e que, não apenas falam explicitamente em *criação a partir do nada*, como a defendem, ainda que em obras de divulgação. É o caso de Peter Atkins, químico-físico de Oxford, num livro precisamente intitulado *A Criação*. Sem usar a expressão *ex nihilo*, de conotação mais religiosa, Atkins recorre repetidamente à expressão *a partir do nada* para defender a tese de um universo autocriado, ou seja, a ideia de criação a partir do nada e sem necessidade de qualquer Criador. O seu raciocínio teórico leva-o a defender a

eliminação da necessidade do criador. Dado que desaparece o envolvimento do criador, o universo começa a sua existência sem intervenção externa, *a partir do nada absoluto*.²⁷

É um nada absoluto que estaria

²⁷ Atkins, P. W. (1985), p. 97. Itálico meu.

para lá do momento da criação, quando não havia tempo e onde não havia espaço. Deste nada nasceu o espaço-tempo, e com o espaço-tempo nasceram as coisas.²⁸

Com efeito, a cosmogonia de Atkins é dicotômica e começa no próprio nada: «na criação, o nada separou-se (...) em contrários extremamente simples»²⁹. Segundo Atkins, o princípio do universo, uma «emergência das coisas a partir do nada»³⁰, terá sido assim:

No princípio, há o começo.

No começo *não havia nada*. Vazio absoluto e não apenas o espaço vazio. Não havia espaço; nem havia tempo porque isso era antes do tempo. (...)

Por acaso aconteceu uma flutuação, e um conjunto de pontos, *emergindo do nada* e retirando a sua existência da configuração que formaram, definiram o tempo. A formação aleatória de uma configuração teve como consequência a emergência do tempo a partir de contrários fundidos, a emergência do tempo *a partir do nada*. *A partir do nada absoluto, absolutamente sem qualquer intervenção*, surgiu a existência rudimentar. A emergência da poeira de pontos e a sua organização aleatória no tempo foi a acção fortuita e sem motivo que os trouxe à existência. Os contrários, simplicidades extremas, *emergiram do nada*.³¹

Independentemente do seu discutível grau de credibilidade, este modelo cosmogónico muito especulativo enquadra-se assumidamente na cosmologia do big bang e, sendo inteiramente construído sobre o thema da natureza autossuficiente, tem o interesse de explicitar e nomear sem tabus a ideia de *criação do universo a partir do nada*.

Outro exemplo significativo é o caso de Fang Li Zhi e Li Shu Xian, físicos chineses que no livro *A Criação do Universo* trabalham abertamente e em termos científicos a questão da criação a partir do nada. Revelando alguma influência (pelo menos linguística) da religião taoista, falam em *nada* como *não ser* e apresentam a origem do universo como a passagem *do não ser ao ser*³².

²⁸ Ibid., p. 101.

²⁹ Ibid., p. 109.

³⁰ Ibid., p. 113.

³¹ Ibid., p. 117. Itálico meu.

³² Zhi, Fang Li e Xian, Li Shu (1994), pp. 187-194.

Exemplos como estes são, contudo, exceções. O que acontece na maior parte das narrativas cosmológicas apresentadas por conhecidos cientistas é que estes, mesmo em obras de divulgação, evitam falar do nada e de uma eventual origem do universo que tenha o nada como início absoluto, preferindo começar a narração da história cósmica já num instante da explosão do big bang (ou, quando muito, numa singularidade inicial do espaço-tempo). Steven Weinberg, na referida obra *Os Três Primeiros Minutos*, ilustra bem esta generalizada atitude, ao afirmar de forma muito simples:

No início houve uma explosão.³³

Ou seja, não diz «no início havia o nada». Ao invés de criação *ex nihilo*, Weinberg e numerosos outros cientistas preferem falar no que poderemos designar por criação *ex materia*, no sentido em que se refere à criação do universo a partir de matéria pré-existente (concentrada num estado de densidade, pressão e temperatura muitíssimo elevadas). Trata-se de uma atitude prudente, ao incidir sobre processos físicos de alguma forma acessíveis à investigação e ao evitar territórios mais especulativos. De qualquer forma, o thema da criação (a partir do nada absoluto ou a partir de uma singularidade e de uma explosão de espaço-tempo e matéria, no caso do universo; a partir do vácuo, por flutuação quântica, ou por colisão ou desintegração, no caso das partículas) está bem presente na cosmologia e no estudo das partículas. Ao mesmo tempo, de maneira claramente assumida e com outras formas específicas, o thema da criação permanece obviamente na religião. E para qualquer um que acredite num universo criado, seja um cientista ateu ou um cientista crente, seja um não cientista ateu ou um não cientista crente, o universo teve mesmo um princípio algures no passado. Todos eles estão thematicamente ligados pelo thema da criação. A radical diferença está em que, para a cosmologia do big bang, enquanto ciência, a criação do universo é entendida como um acontecimento totalmente natural, enquanto a religião a vê como um acontecimento sobrenatural. Com efeito, e como vimos em capítulos anteriores, na cosmologia do big bang, criação não corresponde a um ato criador operado por algum ser sobrenatural, mas tão-somente a um início físico que de alguma forma e até certo ponto é acessível e compreensível através de uma abordagem científica. Daí que, para evitar equívocos, a palavra *criação* talvez pudesse ter sido substituída por outra como,

³³ Weinberg, Steven (1987), p. 18.

por exemplo, *formação* ou *origem* ou *início*, mas, como também vimos, o facto de isso não ter acontecido parece ter um significado thematico relevante. No final, apesar da radical diferença assinalada, ciência e religião conseguem, depois de alguns séculos de progressivo e, quantas vezes, violento afastamento, reaproximar-se – thematicamente falando, claro – pela cosmologia do big bang. E como a ideia do big bang serve, em muitos casos, crenças religiosas criacionistas, estas crenças contribuem para o sucesso da ideia do big bang fora da cosmologia, nomeadamente em contextos religiosos. Não foi por acaso que papas como Pio XII acolheram bem a ideia do big bang e não é por acaso que esta ideia continua a alimentar múltiplas associações à ideia de criação divina do mundo. Podemos reconhecer aqui um fenómeno de reforço mútuo, com a cosmologia a ir ao encontro (ainda que involuntariamente) dos interesses da religião e a religião a favorecer a difusão da cosmologia do big bang.

À criação estão associados o thema da finitude (temporal) e o thema do ciclo vital, o que redobra o interesse religioso pela cosmologia do big bang. Com efeito, se o universo é temporalmente finito e até sujeito a um ciclo vital, com início, evolução e fim (seja por big crunch, seja por incapacidade de manter a complexidade que atingiu), então o infinito temporal (ou seja, a eternidade) não tem lugar neste mundo, o que vai ao encontro de muitas crenças religiosas.

Ao contrário das reações de inquietação e de repulsa com que, no séc. XIX, foi recebida pela Igreja Católica a teoria da evolução de Darwin, a cosmologia do big bang inspirou uma imediata simpatia em meios religiosos cristãos. Foi assim que, ao invés do Bispo Samuel Wilberforce a perguntar sarcasticamente a Thomas Huxley se descendia de macacos por parte do avô ou da avó, vimos o Papa Pio XII a acolher a cosmologia do big bang em plena Pontifícia Academia das Ciências.

Compreende-se bem que, aos olhos da hierarquia da Igreja Católica, seja facilmente aceitável uma teoria científica que, não apenas parece compatível com o conceito de criação ex nihilo do universo, como pode mesmo integrar ou possibilitar (ainda que implicitamente) uma tal forma de criação. Além disso, há que reconhecer que, quando a hipótese do átomo primitivo foi enunciada e divulgada por Lemaître, o contexto histórico já não era tão hostil como fora no séc. XIX, relativamente à intromissão da ciência em questões que, no ocidente e durante muitos séculos, se mantiveram

inquestionadas sob a autoridade institucionalizada da crença religiosa. A hipótese do big bang já tinha o terreno preparado por três quartos de século passados desde a publicação d'*A Origem das Espécies*. Depois de a biologia dar conta da origem e evolução das espécies, eis que a cosmologia do big bang dava agora conta da origem e evolução do universo, ou seja, da origem e evolução de todo o mundo físico, e de uma forma que parecia conjugar-se muito bem com a crença num Deus criador.

É preciso observar que, para alguns cientistas e filósofos da ciência, a ligação *thematica* da cosmologia à religião, através do *thema* da criação (criação *ex nihilo*, recorde-se), é motivo de desconfiança face à cosmologia do big bang. Para estes críticos, preocupados em ver muito bem separadas as águas de domínios tão distintos, mas que no passado estiveram envolvidos, tudo isto parece um retrocesso do conhecimento científico, um regresso a uma forma obsoleta de compreender e explicar o mundo físico. Trata-se, no fundo, de uma atitude de suspeição que vê a cosmologia como que “contaminada” pelo regresso do antigo *thema* da natureza teologicamente dependente e que justifica o tom pejorativo com que o rótulo de criacionista é, por vezes, aplicado à cosmologia do big bang. É esse o sentido do entendimento que, por exemplo, José Croca e Rui Moreira expressam quando afirmam que «o astrónomo católico, o Abade Lemaître, conseguiu conciliar as suas crenças religiosas com os factos, com a evidência experimental [o *redshift*]] e que «por mais estranho que possa parecer a um espírito racional, aberto e livre de preconceitos, apanágio de qualquer cientista que procure a verdade, a cosmologia aceite pela maioria da comunidade científica é a criacionista do Big Bang.»³⁴

Mas se, para alguns, estas proximidades com a religião são algo deplorável ou, no mínimo, preocupante, para outros significam, pelo menos, um desafio interessante. Basta recordar a atenção que cientistas famosos, como Stephen Hawking, dão a esta questão, especialmente em obras de divulgação, ou os trabalhos de numerosos filósofos, teólogos e cientistas sobre relações entre cosmologia e teologia, trabalhos direta ou indiretamente relacionados com a cosmologia do big bang³⁵. Ao mesmo tempo que tenta responder cientificamente à questão da origem do universo, a cosmologia do big bang possibilita novas questões, nomeadamente acerca do que terá estado antes ou

³⁴ Croca, José e Moreira, Rui (2003), p. 38 e p. 40.

³⁵ Cf. Halvorson, Hans e Kragh, Helge (2013).

por detrás dessa origem, e, assim, o thema da criação oferece espaço para a imaginação, para a especulação. Não é certamente por acaso que as associações entre Big Bang e Deus atraem facilmente a atenção.

A transversalidade epocal, que corresponde a esta simultânea presença do thema da criação em áreas tão distintas como a cosmologia (ou a física de partículas) e a religião, é um elemento contextual que, em geral, facilita a adesão a este thema e a atenção à cosmologia do big bang. E assim, embora a ciência atual assente no thema da natureza autossuficiente, enquanto a religião defende o oposto, certo é que, com a cosmologia do big bang, tanto a ciência como a religião, naturalmente cada uma à sua maneira, veem o mundo como algo criado num momento remoto.

O thema da criação na cosmologia do big bang não pode, porém, ser dissociado do thema da evolução. Ao contrário do carácter fixista dos mitos da criação como o Génesis, segundo o qual tudo, incluindo o homem, foi criado já na forma que hoje conhecemos, a criação do big bang é o ponto de partida de uma imensa evolução do universo e de tudo o que este contém.

Através da hipótese do big bang, a cosmologia integra-se, utilizando termos foucaultianos, na episteme moderna, onde o devir, a transformação e a evolução estão bem presentes. Juntamente com a biologia, a cosmologia constrói uma narrativa evolutiva do universo em que tudo (início do universo, evolução da matéria inanimada, aparecimento da vida e evolução da vida) se encaixa numa longa cadeia de acontecimentos cósmicos. Em particular, o aparecimento da vida é um acontecimento evolutivo do universo e a posterior evolução da vida para a diversidade e a complexidade é o período mais recente da evolução do universo. Esta evolução é uma narrativa que, quer em cosmologia, quer em biologia, avança sempre no sentido de uma unidade inicial simples para a diversidade e a complexidade. O thema da evolução permite, portanto, que cosmologia e biologia se reforcem mutuamente, construindo em conjunto uma narrativa global e coerente acerca do universo.

Vimos que o thema da evolução também está em muitas outras ciências, como a física de partículas, a astrofísica, a geofísica, a geologia, a paleontologia, a ecologia, a genética, a arqueologia e outras. Tal como em cosmologia, também nestas ciências o thema da

evolução está associado ao thema do progresso, entendido, em termos holtonianos, como aumento de complexidade. Além disso, o thema da evolução integra-se no thema do ciclo vital (início, evolução e fim), outro thema muito importante na biologia e nestas outras ciências.

Esta visão integral e unificada do universo assente na universalidade do thema da evolução corresponde, em certo sentido, a uma visão científica integrada do mundo físico – uma *Weltbild*, como Einstein sonhava, mas alargada, porque construída, não apenas com o contributo das ciências físicas, mas também com o contributo de outras ciências. Uma *Weltbild* que pode tornar-se uma *Weltanschauung* (visão do mundo com matizes éticas e normativas) se a narrativa evolutiva do universo servir de base a novas visões do mundo ou espiritualidades religiosas, como acontece com o *epic of evolution* – nada obriga a que assim seja, mas, aos olhos de alguns, essa potencialidade, como vimos, é bastante interessante.

Aliás, o thema da evolução está muitíssimo presente, não apenas em ciência, como em qualquer área, tendo-se mesmo banalizado, nomeadamente através do uso corrente e recorrente do conceito e do respetivo termo *evolução* em inúmeras questões e situações, quer se trate do contexto mais estritamente científico, quer se trate do contexto mais comum do quotidiano. Com efeito, o thema da evolução é talvez um dos themata mais fortes do estilo de pensamento da nossa época. E a cosmologia do big bang, sendo, além de criadora, uma cosmologia evolutiva, ao contrário do que acontecia com a sua grande rival, beneficia certamente desta força que o thema da evolução tem em toda a cultura contemporânea.

Por outro lado, a evolução é, no fundo, uma derivação do thema da mudança, que também está bem presente no contexto histórico da nossa época, em grande medida caracterizado pela existência generalizada de transformações muito rápidas (no plano tecnológico, no plano demográfico, no plano da informação e em muitos outros). Por exemplo, o crescimento da população humana até inspira metáforas como *explosão demográfica* e *baby boom*, e, da mesma forma, o crescimento da informação possibilitado pela era audiovisual e digital inspira metáforas como *explosão de informação*. A ideia de uma evolução cósmica rápida, mesmo explosiva, ocorrida nos

primórdios do universo, tal como preconiza a cosmologia do *big bang*, encaixa-se bem neste contexto histórico de rápidas mudanças, geralmente rápidos crescimentos.

Tal como se encaixa bem o thema do ciclo vital, também característico da cosmologia do big bang, não apenas porque é também um thema derivado do thema da mudança e, ao mesmo tempo, inclui o thema da evolução, mas também porque é um thema universal, presente e muito evidente em inúmeros fenómenos, especialmente no mundo biológico, mas não só.

Ora, independentemente de estarem ou não sujeitos a um ciclo vital, nos processos de transformação nada se perde e nada se cria do ponto de vista material e energético. Esta propriedade natural é observada em qualquer área científica, da física à química, à geologia, à biologia, à ecologia. Pelo que a assunção da constância de toda a massa/energia do universo ao longo da sua história, tal como é preconizada pela cosmologia do big bang, é o equivalente cosmológico da constância da massa/energia que se observa em qualquer outra ciência. Esta constância, primeiramente enunciada como princípio de conservação em química e em física, tem, de facto, uma presença transversal em todas as ciências da natureza, relativamente a processos que envolvam matéria e energia. A cosmologia do big bang integra tal princípio de conservação sem qualquer reformulação controversa, ao contrário do que acontecia com a cosmologia do steady-state.

Quanto à simplicidade, de forma alguma se pode dizer que seja a principal característica da nossa época. Pelo contrário, vivemos num mundo altamente complexo, quer se trate do mundo natural, quer se trate da civilização humana. A complexidade é, aliás, um thema atualmente muito estudado em numerosas áreas disciplinares e existem mesmo instituições especializadas neste estudo (por exemplo, o Instituto de Santa Fé, fundado em 1984 no Texas, com uma abordagem multidisciplinar em que participam áreas tão distintas como a física, a computação, a biologia ou as ciências sociais). Mas este reconhecimento e este estudo da complexidade não impedem que a simplicidade continue a ser, hoje como há séculos, um thema muito importante no trabalho científico e não científico, sobretudo a simplicidade associada à parcimónia lógica e à constante procura de princípios e leis simples por detrás da complexidade, independentemente da área de estudo. É o que acontece com a simplificação envolvida na procura de padrões

básicos e na criação de modelos, de menor complexidade possível, capazes de dar conta de fenómenos e sistemas altamente complexos, como, por exemplo, fenómenos meteorológicos ou sistemas adaptativos complexos (SAC's) tão diversos como os sistemas imunitários, os ecossistemas ou as grandes cidades³⁶.

Ora, para a cosmologia do big bang, toda a complexidade que atualmente caracteriza o universo (na qual se inclui obviamente a complexidade biológica, ecológica, tecnológica e cultural observada na Terra) é uma fase recente de um longo progresso cósmico, ou seja, de uma evolução no sentido de uma crescente complexidade a partir de uma situação inicial de máxima simplicidade. Ainda que de forma mais remota, a cosmologia do big bang também se inscreve, assim, nesta tendência atual de procurar a simplicidade por detrás da complexidade. Apesar de serem conceptualmente opostos, não nos encontramos, pois, perante um domínio do thema da complexidade sobre o thema da simplicidade, mas antes perante uma articulação entre os dois, com ambos os themata a merecer bastante atenção na investigação contemporânea.

Ainda quanto à transversalidade epocal dos themata mais relevantes da cosmologia do big bang, devemos, finalmente, referir o caso da circularidade. Há muito que as elipses planetárias abalaram a soberania estética e metafísica da circularidade. Na arte contemporânea, por exemplo, as assimetrias, as irregularidades geométricas e as formas indefinidas são extremamente abundantes e coexistem com a simetria, a regularidade e a geometria bem definida. Num contexto de tanta diversidade geométrica, temos de reconhecer que, a existir qualquer atração pela circularidade, a mesma fica bastante diluída. Mas ainda que não seja um thema dominante na cultura do nosso tempo, não significa que a preferência pela circularidade seja um thema universalmente rejeitado. Apenas convive com outras preferências e já não tem a força de um “feitiço”, como Holton reconhece que teve no passado, nem o lugar absoluto de uma primazia. Assim, embora não se possa afirmar que a sua presença na cosmologia do big bang seja muito influenciada pela transversalidade epocal, ao contrário do que acontece com outros themata, também não se pode afirmar que vá contra thematicas dominantes na nossa época, em cuja diversidade se encaixa sem conflito.

³⁶ Cf. Gell-Mann, Murray (1997) e Holland, John (1997).

Em contrapartida, o thema da desordem (desintegração, violência, desarranjo) não tem grande tradição e, segundo Holton, é relativamente recente na história da imaginação científica e não só. Talvez a perda de força da circularidade (tradicionalmente associada à perfeição, à harmonia, à simplicidade e à unidade, mas também à ordem), e a sua convivência com a profusão de assimetrias e irregularidades geométricas na arte, seja, aliás, um indício da ascensão do thema da desordem. Ao contrário da circularidade, a desordem não tem qualquer força longitudinal favorável à cosmologia do big bang, mas, ainda segundo Holton, é um dos mais poderosos themata do estilo de pensamento da nossa época, o que lhe confere uma força transversal que ajuda a integrar a cosmologia do big bang na sua contemporaneidade, pois esta corrente cosmológica preconiza uma cosmogonia explosiva que se caracteriza precisamente por desintegração, violência e desarranjo.

Em tudo o que temos estado a ver há articulações e transversalidades thematicas que encaixam perfeitamente a cosmologia do big bang nas thematicas dominantes em diversas ciências da atualidade, assim como nas thematicas dominantes noutras áreas da cultura e da vida humana, da religião à arte, à tecnologia, à economia, à demografia e outras. Uma articulação e uma transversalidade thematicas que, em suma, encaixam bem a cosmologia do big bang na sua época, a nossa época.

Com efeito, todos estes themata que estamos a ver constituem uma matriz epocal que funciona como uma espécie de vaga de fundo metodológica e conceptual em que a cosmologia se inscreve, juntamente com outras áreas científicas e não científicas. Uma vaga de fundo que molda o «estilo de pensamento da nossa época»³⁷ (retomando as palavras de Holton). E se, por um lado, este estilo epocal contribui para a cosmologia e favorece, em particular, a aceitação da cosmologia do big bang, por outro lado, também a cosmologia do big bang contribui para o mesmo – e exemplo disso é a extensa difusão do termo *big bang* (ou *Big Bang*), frequentemente usado com sentido metafórico em textos de diversas áreas, das ciências da natureza às humanidades e às artes, numa espécie de moda conceptual e linguística. Trata-se, novamente nas palavras de Holton,

³⁷ Holton, Gerald (1975), p. 99.

de uma «interdependência thematica e estilística»³⁸ que coloca a cosmologia do big bang na «moda intelectual»³⁹ do nosso tempo.

Esta transversalidade epocal favorece a consolidação e a difusão da cosmologia do big bang, na medida em que é mais fácil, em princípio, aceitar e defender ideias cujos principais themata façam parte do conjunto dos themata dominantes no contexto em que se vive, e isto independentemente de se ser cientista, como um cosmólogo, ou não cientista. Com efeito, a adesão aos themata é fortemente influenciada pelas histórias de vida, ou seja, pelo contexto histórico e cultural em que os indivíduos crescem e vivem.

3.3. uma cosmologia cativante

Todos os themata referidos ajudam a inscrever coerentemente a cosmologia do big bang na história do pensamento e na cultura da nossa época. Mas, se os themata têm grande longevidade histórica e são transversais, é também porque cativam as pessoas, as pessoas de todos os tempos e de todos os lugares, que se distribuem, com as suas preferências thematicas, por todas as áreas disciplinares e culturais. Não é por acaso que, segundo Holton, os themata são, não apenas uma base conceptual, mas igualmente uma base emocional do trabalho intelectual. Justifica-se, pois, que se averigue se há elementos de natureza subjetiva (ou pontual, usando o termo que propus para esta terceira componente dos themata) que favoreçam o sucesso da cosmologia do big bang.

Como vimos, há fortes aspetos subjetivos envolvidos nesta questão, a começar pelo fascínio generalizado que parece exercer a grande explosão inicial, o próprio big bang (ou Big Bang, com iniciais maiúsculas para reforçar a grandeza e a espetacularidade do evento!). Para Lemaître e todos quantos aderiram à sua cosmologia, essa grande explosão é um acontecimento épico, um momento extraordinário e espetacular de nascimento, um evento desconcertante e caótico que é ponto de partida para uma

³⁸ Ibid., p. 91.

³⁹ Ibid., p. 62.

ordem ulterior, o momento primeiro de uma admirável evolução para a diversidade e a complexidade que hoje conhecemos.

Se este fascínio se relaciona com o caráter explosivo e com a espetacularidade de um evento tido como extraordinário e épico, também não é alheio ao facto de a questão da origem – do mundo e da humanidade – exercer desde sempre um grande fascínio sobre os indivíduos de qualquer época e de qualquer lugar. Além disso, a ideia de que, a partir de uma situação inicial simultaneamente tão simples e tão caótica, se formou um universo tão complexo e ordenado, é uma ideia impressionante. Além disso ainda, vimos como o thema da circularidade está bem presente na cosmologia do big bang, ainda que de forma transfigurada. Apesar de na cultura contemporânea já não ter a força de outrora, não há razões para negarmos ao velho fascínio pela circunferência e pela circularidade um importante contributo para o fascínio pelo big bang. Mesmo que o espaço seja plano e o universo infinito, como atualmente alguns cosmólogos do big bang defendem, a circularidade estará sempre numa cosmogonia explosiva, de expansão simétrica em todas as direções.

O fascínio exercido pelo big bang está, por exemplo, bem patente no assinalável sucesso de certas obras de divulgação, na profusão de imagens e animações espetaculares a representar o big bang em inúmeras publicações e em numerosos documentários, na profusão de páginas de internet sobre possíveis contornos religiosos do big bang ou ainda no uso do termo *Big Bang*, com diversos propósitos sedutores, em contextos de entretenimento popular (como a televisão, o cinema, a música, os jogos, a restauração) que nada têm a ver com cosmologia. Um fascínio que colocou o Big Bang (com letras maiúsculas) no imaginário contemporâneo, seja como imagem visual, seja como imagem metafórica.

Independentemente de ser ou não fascinante, o Big Bang parece ter potencial para conseguir preencher, pelo menos em alguns, o vazio que ficou do abandono da crença num sentido literal de relatos como o do Génesis. Com efeito, a cosmologia do big bang, com o thema da criação, alimenta o milenar questionamento sobre as origens de tudo o que existe, um questionamento reeditado de cada vez que alguém se interroga sobre o sentido do mundo. A persistência num contexto científico, numa época em que o conhecimento científico é, em geral, uma referência credível, oferece um reforço de

credibilidade ao thema da criação, reforço de credibilidade que se estende naturalmente à cosmologia que o sustenta. Além disso, se a cosmologia do big bang propõe respostas acerca de quando e como terá acontecido o princípio do universo, também deixa espaço para as interrogações acerca do seu porquê, interrogações fascinantes que estimulam a imaginação e permitem uma variedade de respostas, respostas essas que podem mesmo ser muito subjetivas, encaixando a cosmologia do big bang nas crenças pessoais de cada um.

A cosmologia do big bang oferece uma narrativa completa, integrada e coerente, não apenas sobre a origem, mas também sobre a evolução do universo – e todos os humanos gostam de uma boa história, mais ainda quando é uma história de progresso (com uma evolução no sentido da complexidade e da diversidade) e uma história de expansão (o facto de o universo estar em expansão, e não em contração, é um sentimento agradável e tranquilizador...).

Com esta narrativa, assente numa unidade ontológica e fenomenológica, a cosmologia do big bang oferece-nos uma ligação muito profunda e umbilical ao universo: cada um de nós está ligado à sua origem, através de uma longa cadeia evolutiva. E, quer seja finito ou infinito, o universo parece ter um ciclo vital – nasce, é jovem, envelhece – tal como nos acontece e aos seres e sistemas que nos são mais familiares. Nesse aspeto, o universo da cosmologia do big bang é parecido connosco e com cada um dos seus componentes: não é imutável nem eterno.

Além disso, assenta em algumas leis e princípios físicos que nos são igualmente familiares, como a conservação da massa/energia. Ao contrário do universo do steady-state, com uma estranha forma de criação de matéria nunca observada, o universo da cosmologia do big bang obedece à máxima de que *na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma*, algo que observamos constantemente, seja no rigor do laboratório científico, seja na vida quotidiana. Aliás, o próprio Hoyle reconheceu que a familiaridade com algumas leis físicas favoreceu a popularidade da cosmologia do big bang, como podemos ver nestas suas palavras, escritas quando aquela já se havia constituído como cosmologia dominante:

Julgo que uma das razões de a teoria do Big Bang se ter mostrado tão popular consiste em tratar-se de uma ideia que, ao nível mais simples, é fácil de compreender, tendo as suas raízes em leis físicas familiares a todos.⁴⁰

xxx

Em suma, as três componentes (longitudinal, transversal e pontual) dos themata mais importantes e distintivos da cosmologia do big bang concorrem, em conjunto e em articulação, para o sucesso desta corrente cosmológica. Themata metodológicos, como a diferenciação e a unificação, e themata conceptuais, como a unidade, a criação, a mudança, a evolução, o ciclo vital, a constância (da massa/energia), a simplicidade, a circularidade e a desordem, apresentam-se com grande fulgor na cosmologia do big bang. Alguns apresentam associações fortes a outros themata importantes, como a parcimónia lógica, a finitude e o progresso (como aumento de complexidade). Em conjunto, todos estes themata constituem uma matriz que favorece o sucesso da cosmologia do big bang, não apenas porque a inscrevem em tradições thematicas bem-sucedidas na história mais longínqua ou mais recente do pensamento, mas sobretudo porque a integram no contexto histórico e no estilo de pensamento característico da época, articulando-a com traços thematicos dominantes da sua contemporaneidade, ao mesmo tempo que, a um nível mais subjetivo, cativam e despertam mesmo alguns fascínios. É, portanto, na confluência da componente longitudinal com a componente transversal e com a componente pontual que aqueles themata encontram a sua força mobilizadora e favorável à cosmologia do big bang, uma força mobilizadora e favorável do ponto de vista histórico-cultural e do ponto de vista psicológico.

Contudo, sabemos que os themata estão sujeitos a ciclos de ascensão e declínio. Nada garante, por isso, que os themata opostos aos do big bang não regressem um dia ao nível dominante. Se isso acontecer, a explosão poderá dar lugar à implosão – não do universo, claro, mas da corrente que domina atualmente a cosmologia. E, nesse caso, a

⁴⁰ Hoyle, Fred (1993), pp. 172-173.

análise thematica poderá ser novamente chamada a ajudar na compreensão da dinâmica histórica, contextual e pessoal do saber cosmológico.

Bibliografia

Allemand, Luc, org. (2013), «Les promesses du Big Data», *La Recherche* 482, dezembro 2013, pp. 26-42.

Alpher, R. A., Bethe, H. e Gamow, G. (1948), «The Origin of Chemical Elements», *Physical Review*, 73, pp. 803-804.

Alpher, R. e Herman, R. (1948a), «Evolution of the Universe», *Nature* 162, pp. 774-775.

Alpher, R. A. (1948b), «A Neutron-Capture Theory of the Formation and Relative Abundance of the Elements», *Physical Review* 74, pp. 1577-1589.

Alpher, R. e Herman, R. (1988), «Reflections on early work on ‘big bang’ cosmology», *Physics Today* 41.

Atkins, P. W. (1985), *A Criação*, trad. port. de Ana Telma dos Reis e Souza e Joaquim José Moura Ramos, Editorial Presença, Lisboa.

Bachelard, Gaston (1934), *Le Nouvel Esprit Scientifique*, Presses Universitaires de France, Paris.

Bachelard, Gaston (1972), *A Psicanálise do Fogo*, trad. port. de Maria Isabel Braga, Estúdio Cor, Lisboa.

Bachelard, Gaston (1975), *La Formation de l'Esprit Scientifique - contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Librairie Philosophique J. Vrin.

Bachelard, Gaston (1986), *Le Rationalisme Appliqué*, Presses Universitaires de France, Paris.

Bachelard, Gaston (1991), *A Filosofia do Não – Filosofia do Novo Espírito Científico*, trad. port. de Joaquim José Moura Ramos, Editorial Presença, Lisboa.

Balibar, Françoise (1988), *Einstein: Uma Leitura de Galileu e Newton*, trad. port. de Arlindo José Castanho, Edições 70, Lisboa.

Barbosa, João Lopes (2003), *O Homem no Universo – reflexão sobre possíveis implicações éticas do princípio antrópico cosmológico*, Instituto Piaget, Lisboa.

Barrow, John e Tipler, Frank (1986), *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, Oxford, New York.

Barlow, Connie (1998), «The Epic of Evolution: Religious and cultural interpretations of modern scientific cosmology», *Science & Spirit Magazine*.

Bíblia Sagrada (1986), Difusora Bíblica, Lisboa, 13ª edição.

Bondi, H. e Gold, T. (1948), «The Steady-State Theory of the Expanding Universe», *Monthly Notices of Royal Astronomical Society* 108, pp. 252-270.

Bondi, H. (1960), *Cosmology*, Cambridge University Press, Cambridge, 2ª ed.

Campa, Riccardo (s.d.), «Thematic Analysis as a Resource for the Study of Sociological Theories», in www.transumanistic.it. Consultado em 02/03/2009.

Cavaliere, Marco Antonio Ribas (2007), «Como os economistas discordam: um ensaio metodológico sobre o "contexto da descoberta" em economia», in *Estudos Econômicos*, vol. 37, nº 2.

Cornford, Francis (1952), *Principium Sapientiae – The Origins of Greek Philosophical Thought* Cambridge University Press, London.

Crawford, Paulo (2012), «The Expansion of the Universe: Who Discovered the Expanding Universe? What was Really Discovered?», *The CAAUL Gazette*, vol. 1, nº 1, pp. 3-4.

Croca, José e Moreira, Rui (2003), «O que é um facto em ciência?», *Razão Activa*.

De Broglie, Louis (1962), *Cahiers de Physique* 16, 147, 429.

De Sitter, W. (1917), «On Einstein's Theory of Gravitation and Its Astronomical Consequences», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 78, pp. 3-28.

Dicke, Robert H., P. James E. Peebles, Peter G. Roll e David T. Wilkinson (1965), «Cosmic black-body radiation», *Astrophysical Journal* 142, pp. 414-419.

Eddington, A. (1930), «On the Instability of Einstein's Spherical World», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 90, pp. 668-678.

Eddington, Arthur (1929), «The Nature of the Physical World», *Gifford Lectures 1927*, Cambridge University Press, Cambridge.

Eddington, Arthur (1948), *Fundamental Theory*, Cambridge University Press, Cambridge.

Einstein, A. (1917), «Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie», *Preussische Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte*, pp. 142-152.

Foucault, Michel (2005), *As Palavras e as Coisas*, trad. port. de António Ramos Rosa, Edições 70, Lisboa.

Foucault, Michel (2005a), *A Arqueologia do Saber*, trad. port. de Miguel Serras Pereira, Almedina, Lisboa.

Friedmann, A. (1922), «Über die Krümmung des Raumes», *Zeitschrift für Physik*, vol. 21, pp. 377-386; (1997), «Sur la courbure de l'espace», in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997), *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil, pp. 267-277.

Friedmann, A. (1924), «Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes», *Zeitschrift für Physik*, vol. 10, pp. 326-332; (1997a), «Sur la possibilité d'un univers à courbure negative constant» in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997), *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil, pp. 278-285.

Friedmann, Alexandre (1923), *Mir kak prostranstvo i vremya*, Akademiya, Petrogrado; (1997b), «L'Univers comme espace et temps», in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997), *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil, pp. 99-213.

Gamow, G. e Teller, E. (1939), «On the Origin of Great Nebulae», *Physical Review* 55, pp. 654-657.

Gamow, G. (1946), «Expanding Universe and the Origin of the Elements», *Physical Review*, 70, pp. 572-573.

Gamow, G. (1948a), «The Evolution of the Universe», *Nature*, 162, pp. 680-682.

Gamow, G. (1952), «The role of turbulence in the evolution of the universe», *Physical Review* 86, p. 251.

Gamow, George (1952a e 1957), *The Creation of the Universe*, The New Library of World Literature, New York.

Gamow, G. (1954), «Modern cosmology», *Scientific American*, 190, pp. 55-63.

Gell-Mann, Murray (1997), *O Quark e o Jaguar*, trad. port. de José Luís Malaquias, Gradiva, Lisboa.

Gonçalves, Carmen (1999), *Estilo de pensamento na produção de conhecimento científico. Um estudo de caso. O grupo dos relativistas do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, tese de mestrado, ISCTE, Lisboa.

Goodenough, Ursula (2000), *The Sacred Depths of Nature*, Oxford University Press, Oxford, New York.

Guerreiro, António (2006), «A Biblioteca Warburg. Entre o Labirinto e o Hipertexto», in Pombo, Olga et al. (ed.), *Enciclopédia e Hipertexto*, Edições Duarte Reis, Lisboa.

Guerreiro, António (2006a), «Aby Warburg e os Arquivos da Memória», in Pombo, Olga et al. (ed.), *Enciclopédia e Hipertexto*, Edições Duarte Reis, Lisboa.

Guth, Alan H. (1981), Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems, *Physical Review D (Particles and Fields)*, Volume 23, Issue 2, pp.347-356.

Guth, Alan (1998), *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins*, Basic Books, New York.

Halvorson, Hans e Kragh, Helge (2013), «Cosmology and Theology», *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), <http://plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/cosmology-theology/>. Consultado em 06/01/2014.

Harris, Errol (s.d.), *Cosmos e Anthropos – Uma interpretação filosófica do Princípio Antrópico Cosmológico*, trad. port. de Maria João Batalha Reis, Instituto Piaget, Lisboa.

Hawking, Stephen (2004), *Breve História do Tempo*, trad. port. de Maria Alice Gomes da Costa, Gradiva, Lisboa.

Hawking, Stephen (2002), *Gödel and the end of physics*, <http://www.hawking.org.uk/godel-and-the-end-of-physics.html>. Consultado em 16/01/2014.

Hawking, Stephen e Mlodinow, Leonard (2010), *The Grand Design*, Bantam Books, New York.

Hefner, Philip (2009), «The Evolutionary Epic», *Zygon*, vol.44 #1, pp. 3-8.

Holland, John (1997), *A Ordem Oculta*, trad. port. de José Luís Malaquias, Gradiva, Lisboa.

Holton, Gerald (1975), *Thematic Origins of Scientific Thought. Kepler to Einstein*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London, England.

Holton, Gerald (1975a), «On the Role of Themata in Scientific Thought», *Science*, Volume 188, April 25, pp. 328-334.

Holton, Gerald (1988), *Thematic Origins of Scientific Thought. Kepler to Einstein*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London, England. Revised Edition.

Holton, Gerald (1992), «Michael Polanyi and the History of Science», *PhilPapers*, volume 19, issue 1, pp. 16-30.

Holton, Gerald (1993), *Science and Anti-Science*, Harvard University Press, Cambridge.

Holton, Gerald (1996), «The role of themata in science», *Foundations of Physics*, Volume 26, Number 4 / April.

Holton, Gerald (1996a), «On the Art of Scientific Imagination», *Daedalus*, Vol. 125, No. 2, Spring, 1996, pp. 183-208. MIT Press, <http://www.jstor.org/stable/20013446>. Consultado em 02/03/2011.

Holton, Gerald (1998), *The Scientific Imagination*, Cambridge University Press, Cambridge.

Holton, Gerald (1998a), *A Cultura Científica e os Seus Inimigos*, trad. port. de Fernando Henrique de Passos, Gradiva, Lisboa. [Tradução portuguesa de *Einstein, History, and Other Passions*, AIP Press, Woodbury, New York, 1996.]

Holton, Gerald (1998b), *The Advancement of Science, and its Burdens*, Harvard University Press, Cambridge.

Holton, Gerald (2005), *Victory and Vexation in Science – Einstein, Bohr, Heisenberg and Others*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London, England.

Holton, Gerald e Brush, Stephen G. (2005a), *Physics, the Human Adventure – from Copernicus to Einstein and Beyond*, Rutgers University Press, New Jersey and London.

Horsfield, E. C. (1986), «Knowledge, belief and themata in physics», *European Journal of Physics* 7, pp. 278-282.

Hoyle, F. (1948), «A New Model for the Expanding Universe», *Monthly Notices of Royal Astronomical Society* 108, pp. 372-382.

Hoyle, F. (1949), «On The Cosmological Problem», *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, vol. 109, pp. 370-371.

Hoyle, F. (1949a), «Continuous creation», *The Listener* 41, pp. 567-568.

Hoyle, F. (1952), *The Nature of the Universe*, Basil Blackwell, Oxford.

Hoyle, F., «Frontiers in cosmology», in Biswas, S. K., Mallik, D. C. V. e Vishveshwara, C. V., eds. (1989), *Cosmic Perspectives: Essays Dedicated to the Memory of M. K. V. Bappu*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 97-107.

Hoyle, Fred (1993), *O Universo Inteligente*, trad. port. de Conceição Jardim e Eduardo Nogueira, Editorial Presença, Lisboa. (Tradução de *The Intelligent Universe*, Dorling Kindersley Book, London, 1983.)

Hoyle, F., Burbidge, G., Narlikar, J. V. (1993a), «A quasi-steady state cosmological model with creation of matter», *The Astronomical Journal* 410, pp. 437-457.

Hoyle, F., Burbidge, G. e Narlikar, J. V. (2000), *A Different Approach to Cosmology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Imbert, C. (2003), «Warburg, de Kant à Boas», *L'Homme* 165, pp. 11-40.

Jung, C. G. (1973), *The Collected Works*, Princeton University Press, Princeton.

Jung, C. G. (2000), *Os Arquétipos e o Inconsciente Coletivo*, trad. port. Maria Luíza Appy e Dora Mariana R. Ferreira da Silva, Vozes, Pórrópolis, RJ.

Kaufman, Gordon (1997), «The Epic of Evolution as a Framework for Human Orientation», *Zygon*, vol. 32, Issue 2, pp. 175-188.

Kragh, Helge (1996), *Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe*, Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.

Kragh, Helge (2012), «Cosmology and Science Education: Problems and Promises», <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1212/1212.1592.pdf>, Cornell University Library. Consultado em 20/10/2013.

Kragh, Helge (2012a), «Quasi-Steady-State and Related Cosmological Models: A Historical Review», <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1201/1201.3449.pdf>, Cornell University Library. Consultado em 20/10/2013.

Kragh, Helge (2013), «What's in a Name: History and Meanings of the Term "Big Bang"», <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1301/1301.0219.pdf>, Cornell University Library. Consultado em 22/07/2013.

Kragh, Helge (2013a), «Cyclic models of the relativistic universe: the early history», <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1308/1308.0932.pdf>, Cornell University Library. Consultado em 20/10/2013.

Kuch, T. D. C. (1981), «Thematic analysis in information science: The example of “literature obsolescence”», *Journal of the American Society for Information Science*. Consultado em 03/06/2008.

Kuhn, Thomas S. (2000), *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Editora Perspectiva, São Paulo.

Lambert, Dominique (1999), *Sciences et Théologie: Les figures d'un dialogue*, Presses Universitaires de Namur, Namur.

Lemaître, Abbé G. (1925), «Note on De Sitter's Universe», *The Physical Review*, vol. 25, p. 903.

Lemaître, Abbé G. (1925a), «Note on De Sitter's Universe», *Journal of Mathematics and Physics*, vol. 4, pp. 189-192.

Lemaître, Abbé G. (1927), «Un Univers de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques», *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, pp. 49-59; (1997), «Un Univers de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques», in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997), *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil, pp. 286-297.

Lemaître, Abbé G. (1931), «The Expanding Universe», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 91, march, pp. 490-501.

Lemaître, Abbé G. (1931a), «L'expansion de l'espace», *Revue des questions scientifiques*, 4^e série, vol. 20, pp. 391-410 ; (1997a), «L'expansion de l'espace», in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997), *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil, pp. 215-238.

Lemaître, Abbé G. (1931b), «The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory», *Nature*, vol. 127, may, p. 706.

Lemaître, Georges (1945), «L'Hypothèse de l'atome primitif», *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, pp. 77-96; (1997b), «L'Hypothèse de l'atome primitif», in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges (1997), *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil, pp. 239-263.

Lemaître, Georges (1946), *L'Hypothèse de l'Atome Primitif*, Éditions du Griffon, Neuchâtel; (1972), «L'hypothèse de l'atome primitif», in Lemaître, Georges, *L'Hypothèse de l'Atome Primitif*, Éditions Culture et Civilization, Bruxelles.

Lemaître, Georges (1958), «The Primeval Atom Hypothesis and the Problem of the Clusters of Galaxies», in *La Structure et l'Évolution de l'Univers. Rapports et discours du onzième conseil de physique*, Stoops, Bruxelles, pp. 1-31; (1972a), «L'Hypothèse de l'Atome Primitif et le Problème des Amas de Galaxies», in Lemaître, Georges, *L'Hypothèse de l'Atome Primitif*, Éditions Culture et Civilization, Bruxelles.

Lerner, Eric J. (1991), *The Big Bang never happened*, Random House/Times Books, New York.

Lévy-Strauss, Claude (1964), *Mythologiques*, t. I: *Le Cru et le Cuit*, Plon, Paris.

Lins, J. W. (2009), «O enigma da imagem: a contribuição de Warburg à História da Arte», *VI Colóquio Franco Brasileiro de Estética (UFBA)*, Salvador, Bahia.

Liu, Li (2004), «Sensitising Concept, Themata and Shareness: A Dialogical Perspective of Social Representations», in *Journal for the Theory of Social Behaviour*, pp. 249-264.

López, Julian Jesús Martínez (2006), «Sobre el concepto de thema en la obra del filósofo de la ciencia Gerald Holton», *La Caverna de Platon*, <http://www.lacavernadeplaton.com>. Consultado em 02/03/2008.

Luminet, Jean-Pierre (1997), «L'Invention du Big Bang», in Friedmann, Alexandre e Lemaître, Georges, *Essais de Cosmologie*, Éditions du Seuil.

Luz, José Luís Brandão (2002), *Introdução à Epistemologia. Conhecimento, Verdade e História*, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa.

Marx, W. e Bornmann, L. (2010), «How accurately does Thomas Kuhn's model of paradigm change describe the transition from the static view of the universe to the big bang theory in cosmology?», *Scientometrics* 84, pp. 441-464.

Masterman, M. (1979), «A natureza de um paradigma», in Lakatos, I., Musgrave, A., *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*, Cultrix, S. Paulo.

MacAndrew, Alec (2003), *The Big Bang is not a Myth*, in http://www.evolutionpages.com/big_bang_no_myth.htm. Consultado em 22/07/2013.

Magoulick, Mary (s.d.), *What is Myth?*, in <https://faculty.gcsu.edu/custom-website/mary-magoulick/defmyth.htm>. Consultado em 22/07/2013.

Medawar, Peter (1969), «Induction and Intuition», *American Philosophical Society*, Philadelphia.

Merleau-Ponty, Jacques (1965), *Cosmologie du XXème Siècle. Étude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine*, Éditions Gallimard, Paris.

Merton, Robert K. (1975), «Thematic Analysis in Science: Notes on Holton's Concept», *Science*, New Series, Volume 188, April 25, pp. 335-338.

Miller, James B. (2003), *The Epic of Evolution: Science and Religion in Dialogue*, Pearson/Prentice Hall.

Monod, Jacques (s.d.), *O Acaso e a Necessidade*, trad. port. de Alice Sampaio, Publicações Europa-América, Mem Martins, 2ª ed.

Moscovici, S. e Vigneaux, G. (1994), «Le concept de thémata», in Ch. Guimelli, *Structures et transformations des représentations sociales*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, pp. 25-72.

Naugle, David K. (2002), *Worldview: The History of a Concept*, Wm. B. Eerdmans Publishing, Cambridge.

Nicolescu, B. (1988), «L'imaginaire sans images: symboles et themata dans la physique contemporaine» in *L'imaginaire dans les Sciences et les Arts*, Cahiers de l'Imaginaire, nº1, pp. 25-36.

Overbye, Dennis (2006), «2 Americans Win Nobel in Physics», *New York Times*, edição de 04 de outubro de 2006.

Panofsky, Erwin (1956), «Galileo as a Critic of the Arts: Aesthetic Attitude and Scientific Thought», in *Isis*, 47, pp. 3-15.

Peebles, P. James, Page Jr., Lyman A. e Partridge, R. Bruce (2009), *Finding the Big Bang*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, e New York.

Polanyi, Michael (1958), *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*, University of Chicago Press, Chicago, IL.

Polanyi, Michael (1967), *The Tacit Dimension*, Anchor book, Doubleday, New York.

Pombo, Olga et al. (2006), *Enciclopédia e Hipertexto*, Edições Duarte Reis, Lisboa.

Pombo, Olga (2012), *O Círculo dos Saberes*, CFCUL, Lisboa.

Pombo, Olga (2012a), *Entrevista com... Olga Pombo*, por Raquel Póvoas, <http://www.fc.ul.pt/pt/noticia/24-10-2012/entrevista-com-olga-pombo>. Consultado em 18 de junho de 2013.

Sagan, Carl (s.d.), *Cosmos*, trad. port. de Maria Auta de Barros e Outros, Gradiva, Lisboa.

Scarso, Davide (2006), «Fórmulas e Arquétipos. Aby Warburg e Carl G. Jung.», in *Enciclopédia e Hipertexto*, Pombo, Olga et al. (ed.), Edições Duarte Reis, Lisboa, pp. 537-553.

Shermer, Michael B. (2002), «This View of Science: Stephen Jay Gould as Historian of Science and Scientific Historian, Popular Scientist and Scientific Popularizer», *Social Studies of Science* 32/4 (August), pp. 489-524, Sage Publications, Ltd., London, Thousand Oaks CA, New Delhi.

Strauss, Walter, Gregory Schrempf, Camille Bacon-Smith et al. (1998), «Perspectives: What Is Myth?», *Folklore Forum* 29(2), pp. 75-89.

Teixeira, F. T. (2010), «Aby Warburg e a pós-vida das *Pathosformeln* antigas», *História da Historiografia*, Ouro Preto, nº 5.

Tipler, Frank (2003), *A Física da Imortalidade – Cosmologia Moderna, Deus e a Ressurreição dos Mortos*, trad. port. de Carlos Sousa de Almeida, Bizâncio, Lisboa.

Tolman, R. (1934), *Relativity, Thermodynamics and Cosmology*, Oxford Press, New York.

Vidal, C. (2008), «Wat is een wereldbeeld? (What is a worldview?)», in Van Belle, H. & Van der Veken, J., Editors, *Nieuwheid denken. De wetenschappen en het creatieve aspect van de werkelijkheid*, in press. Acco, Leuven.

Warburg, Aby (1999), *The Renewal of Pagan Antiquity*, Getty Research Institute for the History of Art and the Humanities, Los Angeles.

Weinberg, Steven (1974), «Unified Theories of Elementary-Particle Interaction», *Scientific American* 231, nº 1.

Weinberg, Steven (1987), *Os Três Primeiros Minutos*, trad. port. de Ana Isabel Simões, Gradiva, Lisboa.

Weinberg, Steven (1993), *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature*, Hutchinson Radius, London.

Weinberg, David (2010), «From the Big Bang to the Multiverse: Translations in Space and Time», in Louise Neri e Josiah McElheny (ed.), *Josiah McElheny: A Prism*, Skira/Rizzoli Books, New York.

Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), <http://map.gsfc.nasa.gov>. Consultado em 06/10/2013.

Wilson, Edward (1978), *On Human Nature*, Harvard University Press, Cambridge.

Zhi, Fang Li e Xian, Li Shu (1994), *A Criação do Universo*, trad. port. de Vítor Costa, Gradiva, Lisboa.

Zwicky, F. (1929), «On the Red Shift of Spectral Lines through Interstellar Space», *Proceedings of the National Academy of Science* 15, pp. 773–779.